

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
PhD.03/30.12.2019.Т.90.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

КУРБАНОВ НЕМАТИЛЛА МУРОДИЛЛАЕВИЧ

**ОЗУҚАБОП ДОНЛАРНИ ПОҒОНАЛИ РАВИШДА МАЙДАЛАБ-
ЭЗГИЧНИНГ ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

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

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

Наманган – 2021

**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**

Курбанов Нематилла Муродиллаевич

Озуқабоп донларни поғонали равишда майдалаб-эзгичнинг
параметрларини асослаш 3

Курбанов Нематилла Муродиллаевич

Обоснование параметров ступенчатой дробилки-измельчителя
фуражного зерна 21

Kurbanov Nematilla Murodillaevich

Substantiation parameters of the feed grain step crusher-grinder 39

Эълон қилинган ишлар рўйхати

Список опубликованных работ

List of published works 42

**НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ҚУРИЛИШ ИНСТИТУТИ
ХУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖА БЕРУВЧИ
PhD.03/30.12.2019.Т.90.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ**

НАМАНГАН МУҲАНДИСЛИК-ТЕХНОЛОГИЯ ИНСТИТУТИ

КУРБАНОВ НЕМАТИЛЛА МУРОДИЛЛАЕВИЧ

**ОЗУҚАБОП ДОНЛАРНИ ПОҒОНАЛИ РАВИШДА МАЙДАЛАБ-
ЭЗГИЧНИНГ ПАРАМЕТРЛАРИНИ АСОСЛАШ**

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

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

Наманган – 2021

Техника фаилари бўйича фалсафа доктори (PhD) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида В2020.2.PhD/T16.64 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Наманган муҳандислик-технология институтида бажарилган.
Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси www.nammqi_info@edu.uz ва «ZiyoNet» Ахборот таълим порталида (www.ziyounet.uz) жойлаштирилган.

Илмий раҳбар:	Астанақулов Комил Дуллиевич техника фаилари доктори, профессор
Расмий оппонентлар:	Мансуров Мухторжон Тохиржонович техника фаилари доктори Худоёров Анвар Назиржонович техника фаилари номзоди, профессор
Етакчи ташкилот:	Фарғона политехника институти

Диссертация ҳимояси Наманган муҳандислик-қурилиш институти ҳузуридаги PhD.30.09.2019.T.90.01 рақамли Илмий кенгашнинг 2021 йил «15» май соат 13⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 160103, Наманган, Ислоҳ Каримов кўчаси, 12-уй. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: nammqi_info@edu.uz).

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

Диссертация автореферати 2021 йил «28» апрель куни тарқатилди.
(2021 йил «28» апрель даги № 13 рақамли реестр баённомаси).



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

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

А.Х.Умурзақов
Илмий даража берувчи илмий кенгаш
кошидаги илмий семинар раиси, т.ф.д., доцент

КИРИШ (фалсафа доктори (PhD) диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Жаҳонда озуқабоп донларга ишлов бериб, концентрланган озуқа тайёрлашнинг ресурстежамкор технологияси ва техника воситаларини ишлаб чиқариш асосий ўрин эгалламоқда. «Дунё миқёсида 178-183 млн. бош чорва моллари боқилиб, 968-1065 млн. тонна дон майдаланиб концентрланган озуқа тайёрланишини ҳисобга олсак»¹, донларни майдалашда иш сифати юқори ҳамда ресурсларни тежайдиган техника воситалари ва қурилмаларини ишлаб чиқиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланади. Шу жиҳатдан озуқабоп донларни бир хил таркибли қилиб майдалашни амалга оширадиган қурилмаларни ишлаб чиқишга катта эътибор қаратилмоқда.

Жаҳонда озуқабоп донларни майдалаб, улардан сифатли омухтабоп концентрланган озуқалар тайёрлашнинг ресурстежамкор технологиялари ва уларни амалга оширадиган техника воситаларининг янги илмий-техникавий ечимларини ишлаб чиқишга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари олиб бориляпти. Ушбу йўналишда, жумладан маккажўхори сўтаси ва дони, буғдой, арпа, жавдар ва сули донларини дастлаб маълум бир ўлчамда бўлаклаб олиб, сўнгра майдалаш орқали тайёрланаётган ем маҳсулотининг гранулометрик таркибини бир хиллаштириш ва сифатини ошириш, энергия ва ресурсларни тежашга эришиш муҳим вазифалардан бири ҳисобланмоқда. Шу жиҳатдан маккажўхори сўтаси ва озуқабоп донларни поғонали равишда, яъни дастлаб майдалаб, сўнгра зарбли таъсир билан эзишни амалга оширадиган майдалагич-эзгич қурилмани ишлаб чиқиш, унинг технологик иш жараёнини ҳамда ишчи қисмларининг параметрларини асослаш зарур ҳисобланади.

Республикамизда оилавий чорвачиликнинг ривожланиши, чорва моллари сонининг ортиши билан концентрланган озуқаларга бўлган талаб ҳам кўпайиши ҳисобга олиниб, хўжаликлар учун озуқабоп донларни майдалаб, сифатли ем тайёрлаш имконини берадиган кам металл ва энергия сарфига эга ресурстежамкор қурилмалар ва технологияларни ишлаб чиқиш бўйича кенг қамровли ишлар амалга оширилмоқда. 2017-2021 йилларда Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича Ҳаракатлар стратегиясида, жумладан, «...чорвачиликнинг озуқа базасини яратиш, озуқа ишлаб чиқаришни кўпайтириш, уларнинг уруғчилигини ташкил қилиш, чорвачиликни сифатли озуқалар, биокўшимчалар, витаминлар, макро-микро элементлар ва бошқа озуқа бирликлари билан таъминлаш»² вазифалари белгилаб берилган. Ушбу вазифаларини амалга оширишда, жумладан энергия ва ресурсларни тежаш билан бирга озуқабоп донларни сифатли майдалаб берадиган қурилмаларни техник ва технологик жиҳатдан модернизациялаш муҳим масалалардан бири ҳисобланади.

¹ <http://www.nrcs.usda.gov>, <http://cropwatch.unl.edu/tillage/ridge>; <https://www.moluch.ru>, <https://www.zerno-ua.com>;

² Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 февралдаги ПФ-4947-сон «Ўзбекистон Республикасини янада ривожлантириш бўйича ҳаракатлар стратегияси тўғрисида» ги Фармони

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2017 йил 7 июлдаги ПҚ–3117-сон «Қишлоқ хўжалигида машинасозлик соҳаси илмий–техникавий базасини янада ривожлантириш чора тадбирлари тўғрисида», 2019 йил 18 мартдаги ПҚ–4243-сонли «Чорвачилик тармоғини янада ривожлантириш ва қўллаб-қувватлаш чора-тадбирлари тўғрисида» ва 2019 йил 31 июлдаги ПҚ–4410-сонли «Қишлоқ хўжалигида машинасозликни жадал ривожлантириш, аграр секторни қишлоқ хўжалиги техникалари билан таъминлашни давлат томонидан қўллаб-қувватлашга оид чора тадбирлар тўғрисида»ги қарорлари ва ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа 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 ресурстежамкорлик» устувор йўналиши доирасида бажарилган.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Маккажўхори, жавдар, сули, буғдой ва бошқа озуқабоп донларни майдалаш ва эзиш жараёнининг моҳиятини очиб бериш бўйича хорижда Rittinger, Rebinder, В.Л.Кирипичев, сўнгра эса М.М.Гернет, В.А.Горанский ва С.В.Мельников, озуқа тайёрлайдиган қурилмаларни яратиш ва уларнинг турли ишчи қисмларининг параметрларини асослаш бўйича В.Г.Мальков, Т. Абилжанов, М.А.Тищенко, А.В.Яковлев, J.C.E.Quist, S.Kwofie, P.Toneva, I.M.Kupchuk, P.Vaculik, D.Dziki, дон майдалагичларнинг иш кўрсаткичларини тадқиқ этиш ва уларни қўллаш бўйича В.Г.Коротков, В.Н. Шулятьев, В.Сисуев, V.Shirobokov, O.Fedorov, P.P.Искендеров, S.Ivanovs, P.Sobczak, M.M. Ibrahim, F.Lyu, M.Thomas, F. Zhu, J. Zhao ва бошқа олимлар томонидан тадқиқотлар ўтказилган.

Республикада озуқабоп дон ва бошқа озуқаларни майдалаш усуллари ва қурилмаларини ишлаб чиқиш ва такомиллаштириш бўйича Дж.Алижанов, А.Срождинов, К.Астанақулов, Ф.Қаршиев, Ш.Абдурахмонов ва бошқа тадқиқотчилар томонидан илмий-тадқиқот ишлари олиб борилган.

Бу тадқиқотларда озуқабоп донларни диски, жўвали, роторли майдалагичларда майдалаш жараёнлари ўрганилган бўлиб, маккажўхори сўтаси ва дони, буғдой, арпа, жавдар ва сули донларини поғонали равишда дастлаб майдалагич пичоқлар билан бўлаклаб ёрма ҳолатига келтириб, сўнгра майдалагич болғачалар билан якуний майдалашни амалга оширадиган майдалагич-эзгичнинг конструкциясини ишлаб чиқиш ҳамда параметрларини асослаш бўйича масалалар етарли даражада ўрганилмаган. Ушбу диссертация иши юқоридаги муаммо ва таклиф ҳамда қарорлар доирасида бажарилган.

Диссертация тадқиқотининг диссертация бажарилган олий таълим муассасасининг илмий–тадқиқот ишлари режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Наманган муҳандислик-технология институти илмий–тадқиқот ишлари режасининг «Озуқабоп донларни поғонали равишда майдалагич-эзгич қурилмани ишлаб чиқиш» мавзусидаги топшириғи ва И-2012-23 «Кичик габаритли дағал озуқа ва дон майдалагичларни тайёрлаш,

шунингдек уларни фермер ва деҳқон хўжаликларида жорий этиш» инновация лойиҳаси доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади озуқабоп донларни поғонали равишда сифатли майдалаб эзишни амалга оширадиган майдалагич-эзгич қурилмани ишлаб чиқиш ҳамда унинг параметрларини асослашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

донларни майдалашнинг мавжуд усуллари ва қурилмалари, донларни майдалашга қўйиладиган талаблар ва уларнинг физик-механик хоссаларини таҳлил этиш ва озуқабоп донларни поғонали равишда майдалаб эзишни амалга оширадиган қурилманинг конструктив схемасини ишлаб чиқиш;

донларни поғонали равишда майдалагич-эзгич ишчи қисмларининг параметрлари билан донларнинг майдаланиши орасидаги боғлиқликларни аниқлаш бўйича назарий тадқиқотлар олиб бориш;

донларни поғонали равишда майдалагич-эзгичнинг тажриба нусхасини ишлаб чиқиш ва унинг ишчи қисмлари параметрлари ва иш режимларини тажрибавий тадқиқ этиш;

майдалагич-эзгичнинг синовларини ўтказиш ва унинг иқтисодий самарасини аниқлаш.

Тадқиқотнинг объекти маккажўхори сўтаси ва дони, бошқа озуқабоп донлар ҳамда уларни поғонали равишда майдалайдиган қурилма ва унинг ишчи қисмлари.

Тадқиқотнинг предмети поғонали майдалагич-эзгич қурилма ишчи қисмларининг сўта ва озуқабоп донлар билан ўзаро таъсирлашиш жараёнларини ифодаловчи математик моделлар ва уларнинг параметрларини аниқлаш имконини берадиган аналитик боғланишлар, қурилма параметрлари ва иш режимларига боғлиқ ҳолда иш кўрсаткичларининг ўзгариш қонуниятларини ташкил этади.

Тадқиқот усуллари. Тадқиқот жараёнида статистик таҳлил усуллари, бир омилли тажрибалар асосида қурилма параметрларини асослаш, ғалвирли классификатор билан майдаланган маҳсулотнинг гранулометриқ таркиби ва майдаланиш модулини аниқлаш усуллари ҳамда мавжуд меъёрий ҳужжатларда белгиланган усуллардан фойдаланилган.

Тадқиқотнинг илмий янгилigi қуйидагилардан иборат:

ишлаб чиқилган қурилманинг юқори камерасида маккажўхори сўтаси ва озуқабоп донларни майдалагич пичоқлари таъсирида бўлақларга бўлиниш жараёнининг моҳияти очиқ берилган ҳамда улар асосида майдалагич пичоғи ва майдалаш камерасининг параметрлари аниқланган;

юқори камерадан майдаланиб тушаётган маҳсулотни жадал равишда майдалаш учун роторга қўзғалувчан бириктирилган болғачали ишчи қисм ва панжарасимон тўсиқдан иборат якуний майдалаш камераси ишлаб чиқилган;

майдалагич болғачаларининг талаб этиладиган айланма тезлиги донларни майдалашга кетадиган энергия ва қаршилик кучини ҳисобга олган ҳолда асосланган;

майдалагич-эзгич қурилма ишчи қисмларининг мақбул параметрлари донларни поғонали равишда майдалаганда таркибида йирик ва жуда майда ўлчамли дончалар кўп бўлмаган, гранулометрик таркиби бир хил майдаланган маҳсулот олиш шартидан келиб чиқиб аниқланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат:

озуқабоп донларни поғонали равишда майдалаб, бир хил таркибли майдаланган маҳсулот олиш имконини берадиган майдалгич-эзгич қурилма ишлаб чиқилган;

таклиф этилаётган майдалагич қурилма қўлланилганда донларнинг қурилмадан бир ўтишда бир хил таркибли майдаланган маҳсулот олиш ҳисобига унинг иш унуми ва сифатини ортиши билан бирга эксплуатацион сарф-харажатларнинг камайиши аниқланган.

Тадқиқот натижаларини ишончлилиги. Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги изланишларнинг умумқабул қилинган услуб ва воситалардан фойдаланган ҳолда ўтказилганлиги, қурилманинг параметрлари ва иш режимларини назарий жиҳатдан асослаш назарий механика, олий математика ва математик статистика қоидалари асосида амалга оширилганлиги, назарий ва амалий тадқиқотлар натижаларининг ўзаро адекватлиги, қурилманинг синовлари ўтказилиб, амалиётга жорий этилганлиги билан асосланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Тадқиқот натижаларининг илмий аҳамияти озуқабоп донларни поғонали равишда майдалаб, эзгич қурилманинг технологик иш жараёни, конструктив ва технологик параметрларини аниқлаш имконини берадиган механик-математик моделлар ва аналитик боғланишлар ишлаб чиқилганлиги ҳамда улардан бошқа шунга ўхшаш қурилмалар ишчи қисмларининг параметрларини асослашда қўллаш мумкинлиги билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг амалий аҳамияти республикамиздаги фермер ва оилавий чорвачилик хўжаликлари учун озуқабоп донларни бир ўтишда майдалаш ҳисобига эксплуатацион харажатларни пасайтириш, поғонали равишда майдалаш ҳисобига эса майдаланган ем таркибида йирик дондор ва майда заррачали бўлақларни камайтириб, маҳсулот сифатини оширишга хизмат қилади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Донларни поғонали равишда майдалаб-эзгичнинг параметрларини асослаш бўйича олинган натижалар асосида:

майдалагич-эзгич қурилмани ишлаб чиқаришни ўзлаштириш учун лойиҳа-конструкторлик ҳужжатлари ва ҳисоблаш усуллари «ВМКВ-Агромаш» АЖ жорий этилган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 21 августдаги 02/023–2610–сон маълумотномаси). Натижада илмий асосланган конструкция ва параметрларга эга бўлган юқори ҳамда пастки майдалаш камераларидан ташкил топган майдалагич-эзгич қурилмани ишлаб чиқиш имконияти яратилган;

ишлаб чиқилган донларни поғонали равишда майдалагич-эзгич қурилма Тошкент вилояти Янгийўл тумани ҳамда Наманган вилояти Уйчи

туманидаги фермер хўжаликларида жорий этилган (Қишлоқ хўжалиги вазирлигининг 2020 йил 21 августдаги 02/023–2610–сон маълумотномаси). Натижада дон майдалагич қурилма қўлланилганда мавжуд қурилмаларга нисбатан фойдаланишдаги тўғридан-тўғри харажатлар 1,1 мартагача камайиши ва майдаланган маҳсулот сифатини 15-20 фоизга оширишга эришилган.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Тадқиқотнинг натижалари 3 та халқаро ва 6 та республика илмий–амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 15 та илмий иш чоп этилган, шулардан, 1 та монография ва Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертацияларнинг асосий илмий натижаларини чоп этишга тавсия этилган илмий нашрларда 5 та мақола, жумладан, 3 таси республика ва 2 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг тузилиши ва ҳажми. Диссертация кириш, тўртта боб, умумий хулосалар, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан тузилган. Диссертациянинг асосий қисмининг ҳажми 104 бетдан иборат.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

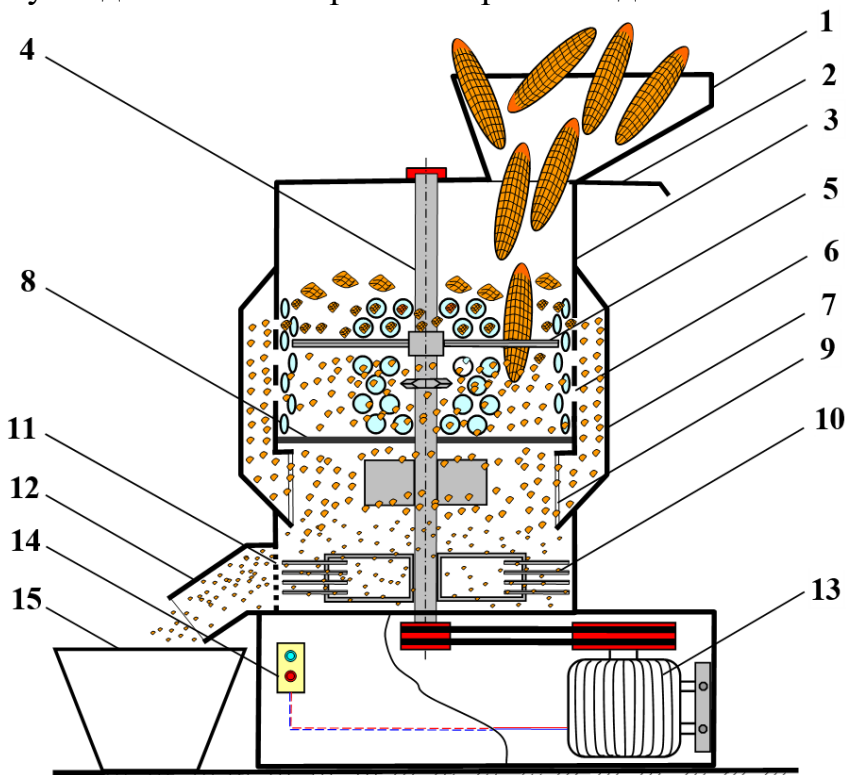
Кириш қисмида ўтказилган тадқиқотларнинг долзарблиги ва зарурати асосланган, тадқиқот мақсади ва вазифалари, объекти ва предметлари тавсифланган, республика фан ва технологиялари тараққиётининг устувор йўналишларига мослиги кўрсатилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён этилган, олинган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

Диссертациянинг **«Озуқабоп донларни майдалаш усуллари ва қурилмаларининг ҳозирги ҳолати ва тадқиқотнинг вазифалари»** деб номланган биринчи бобида озуқабоп донларни майдалаш усуллари ва воситаларининг бугунги ҳолати, мавжуд дон майдалагич қурилмалар ва уларнинг ишчи қисмлари конструкцияси ва иш жараёнининг таҳлили, донларни майдалаш сифатига қўйиладиган зоотехник талаблар келтирилган, озуқабоп донларнинг физик-механик хоссалари, донларни майдалаш жараёни ва қурилмалари бўйича илгари олиб борилган илмий-тадқиқот ишлари таҳлил қилинган, тадқиқотнинг мақсади ва вазифалари асосланган.

Диссертациянинг **«Майдалагич-эзгич ишчи қисмларининг параметрлари ва иш режимларини назарий тадқиқ этиш»** деб номланган иккинчи бобида мавжуд дон майдалагичларнинг камчилигини бартараф этиш мақсадида озуқабоп донларни поғонали равишда майдалаб, эзишни амалга оширадиган қурилма конструкцияси ишлаб чиқилган (1-расм). Майдалагич-эзгичнинг ишчи қисмлари параметрлари ҳамда иш режимларини назарий жиҳатдан асослашга доир тадқиқотлар олиб борилиб, уларда ижобий

натижаларга эришилган.

Дон майдалагич-эзгич қурилманинг технологик иш жараёни куйидагича амалга ошади (1-расм): майдалашга мўлжалланган сўталар ёки дон қабул қилиш бункери 1 га юкланади ва у орқали маълум меъёрда миқдорланиб, майдалаш камераси 3 га киритилади. Майдалаш камераси 3 да ротор 4 пичоқлари 5 билан маҳсулотни майдалайди. Бирламчи майдаланган маҳсулот майдалаш камерасининг деворлари тешиклари 6 дан ўтиб ён новлар 7 орқали туйнук 9 дан эзиш камерасига кириб келади.



1-бункер, 2-меъёрлаш тўсиғи, 3-майдалаш камераси, 4-майдалаш ротори, 5-пичоқ, 6-майдалаш камераси тешиклари, 7-ўтказиш нови, 8-камераларни ажратиб турувчи тўсиқ, 9-камера нови, 10-болғачалар, 11-эзиш камера сеткаси, 12-тўкиш нови, 13-электродвигател, 14- ишга тушириш пулти, 15-сиғимли идиш.

1-расм. Озуқабоп донларни майдалагич-эзгичнинг технологик схемаси

Бирламчи майдаланган маҳсулот эзиш камерасида ротор 3 га шарнирли маҳкамланган болғачалар 9 ёрдамида керакли ўлчамгача майдаланади. Майдаланган маҳсулот эзиш камераси элакли тўсиғи 10 тешикларидан ўтиб, тўкиш нови 11 орқали махсус идишлар 14 ёки қопларга юкланади. Майдалагич-эзгич ротори 3 электродвигатель 12 ёрдамида тасмали узатма орқали ҳаракатга келтирилади ва пулт 13 билан ишга қўшиб-ажратиб турилади.

Майдалагич-эзгич пичоғининг сўталарни қирқиб майдалаши. Майдалагич-эзгич иш жараёнида бункердан тушиб келаётган сўталар дастлаб майдалагич пичоқлар ёрдамида маълум бир ўлчамда майдаланиши керак.

Бунда сўта пичоқ томон маълум бир баландликдан бир хил тезликда келиб тушяпти, биринчи пичоқ сўтани шарт кесиб ўтади ва ундан сўнг

иккинчи пичоқ сўтани қирқиш учун келгунича сўта ўз ҳолатини ўзгартирмасдан пастга томон ҳаракатланади ва иккинчи пичоқ биринчи пичоққа нисбатан 180° да, яъни қарама-қарши томонда жойлашган деган жоизликлар билан бункердан тушиб келаётган сўта ва майдалагич пичоқнинг ўзаро таъсирлашишини кўриб чиқамиз.

Бунда талаб этилган қирқиш узунлиги l_m ни таъминлайдиган роторнинг айланишлар сони n_p ни аниқлайдиган қуйидаги ифодага эга бўламиз

$$n_p \geq \frac{30\sqrt{2gh_m}}{l_m} \quad (1)$$

Агар $g=9,8 \text{ м/с}^2$, $h_m=0,15 \text{ м}$ эканлигини ҳисобга олсак, (1) ифода бўйича ҳисоблашларга кўра, сўталарнинг кўпи билан $l_m=20 \text{ мм}$ узунликда қирқилишини таъминлаш учун майдалагич пичоқ ўрнатилган роторнинг айланишлар сони $2571,9 \text{ мин}^{-1}$ дан катта бўлиши кераклиги маълум бўлади.

Майдалагич-эзгичнинг ўтказувчанлик қобилияти ва ишчи қисмлар параметрлари орасидаги мутаносибликни аниқлаш.

Майдалагич-эзгичнинг иш унумини қуйидагича аниқлаш мумкин

$$q_{м.э.} = q_{сол} D_m H_m, \quad (2)$$

бунда $q_{сол}$ – майдалагич-эзгичнинг солиштирма иш унуми, $\text{кг/с} \cdot \text{м}^2$; D_m – майдалагич-эзгич ишчи камерасининг диаметри, м; H_m – майдалагич-эзгич ишчи камерасининг баландлиги, м.

Мавжуд дон майдалагичларнинг солиштирма иш унуми майдалагич ишчи қисм, яъни болға ёки пичоқнинг $V_n=45-55 \text{ м/с}$ тезлигида аниқланади ва

$$q_{сол} = 2 \div 3 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2} \text{ ни ташкил этади.}$$

Майдалагич пичоқларнинг ушбу жоиз бўлган тезлигидан фойдаланиб майдалаш роторининг диаметрини аниқлаймиз

$$D_p = \frac{60V_n}{\pi n_p}. \quad (3)$$

Агар $V_n=45 \text{ м/с}$, $n_p=2600 \text{ мин}^{-1}$ деб қабул қилсак, у ҳолда майдалаш роторининг диаметри $D_p=0,33 \text{ м}$ бўлишини аниқлаймиз.

Майдалаш роторининг диаметридан келиб чиқиб майдалаш камерасининг диаметри

$$D_m = D_p + S_m = \frac{60V_n}{\pi n_p} + S_m, \quad (4)$$

бунда S_m – майдалагич пичоқ ва камера девори орасидаги тирқиш, м.

Илгари ўтказилган тадқиқотларда майдалагич пичоқ ва камера девори орасидаги тирқиш мумкин қадар кам бўлиши тавсия этилган. У ҳолда тирқишни $S_m=5 \text{ мм}$ деб қабул қилсак, майдалаш камерасининг диаметри $D_m=0,38 \text{ м}$ бўлиши керак бўлади.

Майдалаш камерасининг диаметри ва ғалвирсимон тешикли юзасига мос равишда унинг баландлиги қуйидагича бўлади

$$H_m = \frac{S_{дека}}{D_m} = \frac{4N_m (d_m + m)^2 \sin 60^\circ}{D_m}. \quad (5)$$

Агар тешиklar сони $N_m=140$ та, диаметри $d_m=20$ мм, тешиklar орасидаги кашакнинг рухсат этилган ўлчами $m=5$ мм, майдалаш камерасининг диаметри $D_m=0,33-0,38$ м эканлигини ҳисобга олсак, майдалаш камерасининг баландлиги $H_m=0,2 - 0,23$ м оралиғида бўлиши керак.

Донларнинг майдаланиши ва болғачаларнинг тезлигини аниқлаш. Донларнинг майдаланиши учун уларга зарба таъсирида бериладиган юкланиш уларнинг мустаҳкамлик чегарасидан катта бўлиши керак, яъни

$$\sigma_q \leq \sigma, \quad (6)$$

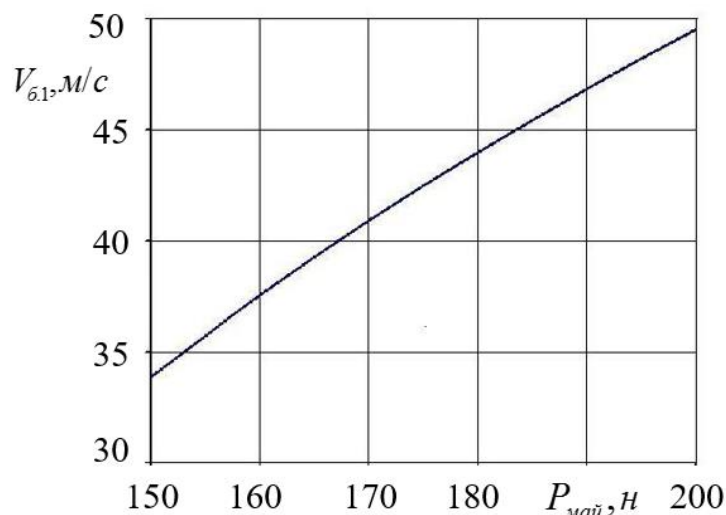
бунда σ - зарба натижасида донда пайдо бўладиган юкланиш, Н/м^2 ; σ_q - майдаланадиган маҳсулотнинг мустаҳкамлик чегараси, Н/м^2 .

Ушбу шартдан болғачанинг донни майдалаш учун зарур бўладиган тезлиги

$$V_{\sigma,1} \geq \sqrt{\frac{2l_\sigma F_\sigma P_{май}^2}{(1-k^2)m_\sigma \left(1 + \frac{m_\sigma}{M_\sigma}\right) ES_c^2}}, \quad (7)$$

бунда $P_{май}$ – донни майдаланишга қаршилик кучи, Н ; l_σ - доннинг ўлчами, м ; F_σ - болғачанинг донга таъсир этиш юзаси, м^2 ; k - доннинг тикланиш коэффициентини; m_σ - доннинг массаси, кг ; M_σ - болғачанинг массаси, кг ; E – доннинг эластиклик модули, Н/м^2 ; S_c - доннинг кўндаланг кесим юзаси, м^2 ; $V_{\sigma,1}$ - болғачанинг зарбагача тезлиги, м/с .

Олинган (20) ифода бўйича маккажўхори, буғдой ва арпа донларининг майдаланишга қаршилик кучи ва роторнинг айланма тезлиги орасидаги боғлиқликнинг ўзгариш графиги қурилди (2-расм).



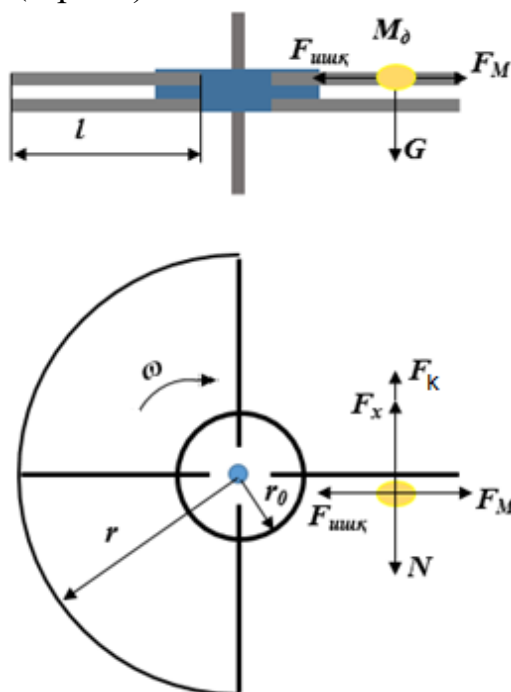
2-расм. Ротор айланма тезлигининг донларнинг майдаланишга қаршилик кучига боғлиқлиги

Графикдан кўриниб турибдики, донларнинг майдаланишга қаршилик кучи 180-200 Н оралиғида ўзгарганда, уларнинг жадал равишда майдаланиши учун роторнинг айланма тезлиги 45 - 50 м/с атрофида бўлиши керак.

Донларнинг майдалаш камераси ичида болғача таъсиридаги ҳаракатини тадқиқ этиш.

Роторнинг айланма тезлиги катта бўлганлиги сабабли болғача билан камраб олинган масса, ротор маълум бурчакка бурилгандан сўнг марказдан қочма ҳаракат қилиб, болғача бўйлаб, унинг учиغا томон силжий бошлайди.

Бунда массага марказдан қочма куч F_M , оғирлик кучи G , ҳавонинг қаршилик кучи F_x , кариолис кучи F_K , нормал реакция кучи N ва ишқаланиш кучи $F_{ишқ}$ таъсир этади (3-расм).



3-расм. Майдаланаётган донга таъсир этадиган кучлар

Агарда дон бўлакчасини моддий нукта сифатида қараб, оғирлик кучи G унинг фақат вертикал ўқ бўйлаб ҳаракатига таъсири борлигини ҳисобга олсак, у ҳолда болғача билан таъсирда бўлган бўлакчанинг болғача сирти бўйлаб унинг учи томон силжишининг ҳаракат дифференциал тенгламасини тузамиз

$$m\ddot{l} = F_M - F_{ишқ}, \quad (8)$$

бунда \ddot{l} - зарранинг болғача бўйлаб силжишидаги тезланиши, м/с².

Ушбу ифодага кучларнинг юқоридаги қийматларини қўйиб, баъзи бир ўрин алмаштиришларни амалга оширсак, қуйидаги ифодага эга бўламиз

$$\ddot{l} + 2f\omega\dot{l} - \omega(\omega - fk_n)l = g \cos\omega t - fg \sin\omega t + \omega r_0(\omega - fk_n), \quad (9)$$

бунда ω – зарранинг бурчак тезлиги, с⁻¹; r_0 – ротор радиуси, м; l – ротор болғачасининг узунлиги, м; g – эркин тушиш тезланиш, м/с²; f – ишқаланиш коэффиценти; k_n – паруслик коэффиценти, 1/с; V – ҳавонинг тезлиги, м/с; \dot{l} – зарранинг болғача бўйлаб ҳаракат тезлиги, м/с; t – ҳаракат вақти, с.

Мазкур ифодани ечиш орқали дон бўлақларининг майдалагич болғача сирти бўйлаб силжишини аниқлаш ифодасига эга бўламиз

$$l = \frac{(f\omega + \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}) \cdot r_0}{\sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}} \cdot e^{(-f\omega + \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)})t} +$$

$$+ \frac{(-f\omega + \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}) \cdot r_0}{\sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}} \cdot e^{(-f\omega - \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)})t} - r_0 \quad (10)$$

Ушбу тенглама ёрдамида дон бўлақларининг ротор болғачалари билан таъсирлашгандаги ҳаракат тезлигини аниқлаш мумкин ва у қуйидагича бўлади

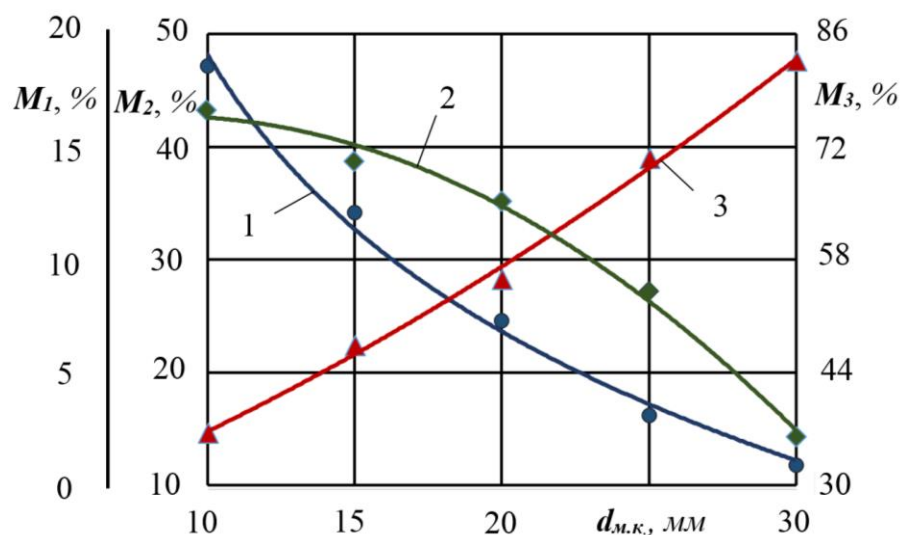
$$\dot{i} = \frac{\omega(\omega - fk_n) \cdot r_0}{\sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}} \cdot e^{(-f\omega + \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)})t} -$$

$$- \frac{\omega(\omega - fk_n) \cdot r_0}{\sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}} \cdot e^{(-f\omega - \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)})t} \quad (11)$$

(10) ва (11) ифодаларнинг таҳлили шуни кўрсатадики, майдаланаёган маҳсулот бўлақларининг майдалагич ичидаги ҳаракати асосан ротор радиуси ва тезлигига боғлиқ экан.

Диссертациянинг «**Майдалагич-эзгич ишчи қисмларининг параметрлари ва иш режимларини тажрибавий тадқиқ этиш**» деб номланган учинчи бобида ишлаб чиқилган дон майдалагич курилма параметрлари ва иш режимларининг мақбул қийматларини асослаш бўйича ўтказилган тадқиқотларнинг натижалари келтирилган.

Майдалаш камераси тешиклари ўлчамининг майдалаш даражасига таъсири. Тажрибаларда майдалаш камераси тешиклари диаметрини 10 мм дан 30 мм гача ўзгартириб, маккажўхори сўталари майдалаб кўрилди. Тажриба натижаларидан кўриниб турибдики, майдалаш камераси тешиклари диаметри 10 мм дан 30 мм гача катталашганда бирламчи майдаланган маҳсулот таркибидаги 3 мм гача бўлган фракциялар миқдори 18,6 фоиздан 0,9 фоизга, 3-5 мм гача бўлган фракциялар миқдори эса 44,2 фоиздан 14,4 фоизга камайган, 5 мм дан катта фракциялар миқдори эса 37,2 фоиздан 84,7 фоизгача ортди (4-расм).



- 1) M_1 -3 мм гача бұлган фракция, %; 2) M_2 - 3-5 мм гача бұлган фракция, %;
3) M_3 - 5 мм дан катта фракция, %

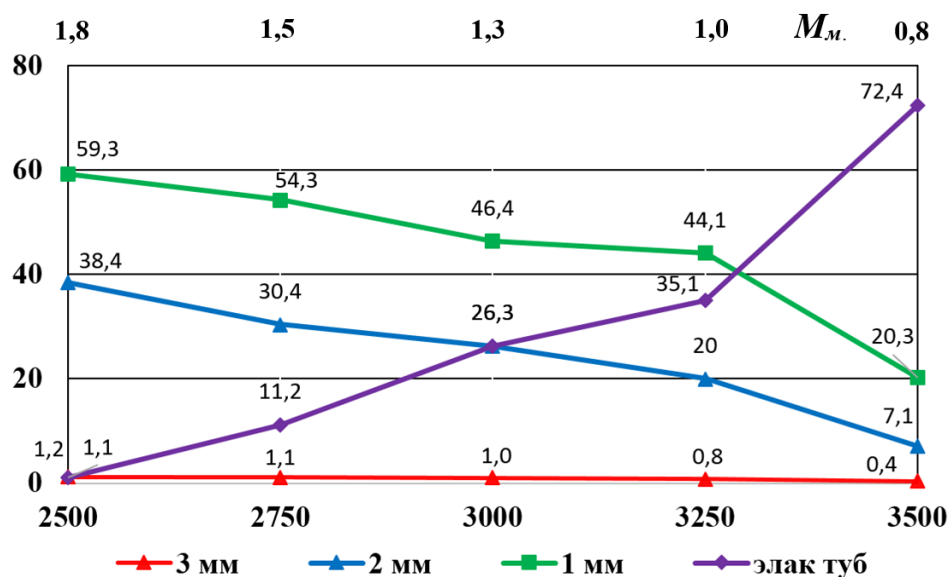
4-расм. Майдалаш камераси тешиклари диаметрининг иш сифатига таъсири

3-5 мм гача бұлган фракциялар миқдори эса майдалаш камераси тешиклари диаметри 10 мм дан 20 мм гача катталашганда 44,2 фоиздан 35,9 фоизга ёки 1,23 мартага камайган бўлса, 20 мм дан 30 мм гача катталашганда эса 35,9 фоиздан 14,4 фоизга ёки 2,4 мартага камайди. 5 мм дан катта фракциялар миқдори эса майдалаш камераси тешиклари диаметри 10 мм дан 20 мм гача ва 20 мм дан 30 мм гача катталашганда мос равишда 1,49-1,52 мартага ортди. Тажирибаларда бир мунча яхши натижалар майдалаш камераси тешиклари диаметри 20 мм бўлганда олинди ва ушбу ўлчам асосий ўлчам сифатида қабул қилинди.

Майдалаш камераси пичоқлари сонининг иш сифатига таъсири. Майдалагич-эзгич майдалаш камераси пичоқлари сони 2 дона бўлганда, 3 мм гача майдаланган донлар 4,8 фоизни, 3-5 мм гача бўлган ва 5 ммдан катта майдаланган донлар эса мос равишда 24,2 % ва 70,4 % ни ташкил қилди. Аммо, майдалаш камераси пичоқлар сони 4 ва 6 дона қилиб ўрнатилганда 3 мм гача ва 3-5 мм гача бўлган ўлчамдаги майдаланган донларнинг миқдори сезиларли тарзда ортди, яъни пичоқлар сони 4 дона бўлганда 3 ммгача майдаланган донлар 6,9 % ни ташкил этган бўлса, пичоқлар сони 6 дона бўлганда бу кўрсаткич сезиларли даражада ортиб 3 ммгача бўлган донлар миқдори 8,5 % ни ташкил этди. Пичоқлар сони 4 дона бўлганда 3-5 ммгача бўлган майдаланган донлар миқдори 35,8 % ни ташкил қилган бўлса, 6 дона бўлганда 41,4 % ни ташкил қилди, 5 ммдан катта бўлган майдаланган донлар пичоқлар сони 4 дона бўлганда 57,3 фоизни, 6 дона бўлганда 50,1 фоизни ташкил қилди. Бундан шуни аниқлаш мумкинки, пичоқлар сони 2 донадан 4 донага оширилганда керакли ўлчамдаги фракциялар миқдори, яъни 3 мм гача ва 3-5 мм оралиғидаги фракциялар миқдори мос равишда 1,4 – 1,5 мартага ортган бўлса, 4 донадан 6 донага оширилганда эса 1,1-1,2 мартага ортиб,

ўзгариши кам бўлди. Шу сабабли майдалаш камерасидаги пичоқлар сони 4 донадан кўп бўлиши самарасиз ҳисобланади.

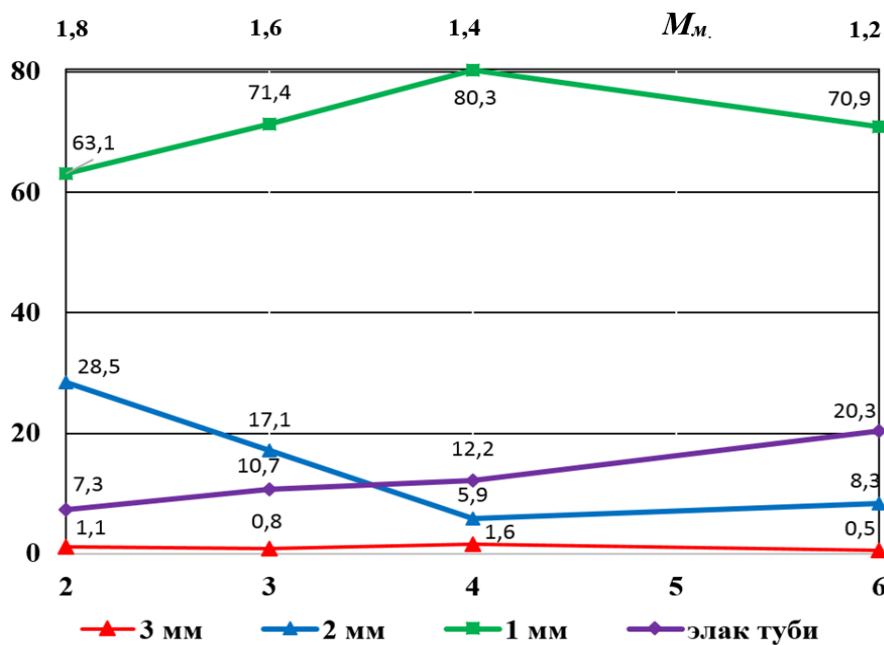
Майдалагич-эзгич ротори айланишлар сонининг иш сифатига таъсири. Тажрибаларда ротор айланишлар сони 2500 мин⁻¹ дан 3500 мин⁻¹ гача ўзгарганда ўлчами 3 мм дан катта фракциялар миқдори 1,2 фоиздан 0,2 фоизгача, ўлчами 2-3 мм фракциялар миқдори 38,4 фоиздан 7,1 фоизгача, ўлчами 1 мм дан катта фракциялар миқдори эса 59,3 фоиздан 20,3 фоизгача камайган бўлса, ўлчами 1 мм дан кичик фракциялар миқдори эса 1,1 фоиздан 72,4 фоизгача кўпайди (5-расм). Бунга мос равишда майдаланиш модули ҳам ротор айланишлар сони 2500 мин⁻¹ дан 3500 мин⁻¹ гача ошганда 1,8 дан 0,8 гача камайиб борди.



5-расм. Майдалагич-эзгич ротори айланишлар сонининг иш сифатига таъсири

Майдалагич роторининг айланишлар сони 2750 мин⁻¹ ва 3000 мин⁻¹ бўлганда майдаланган маҳсулотнинг гранулометрик таркиби яхшиланиб, майдаланиш модули 1,3 – 1,5 оралиғида, яъни талаб даражасида бўлиши аниқланди. Шу сабабли кейинги тажрибалар роторнинг мазкур айланишлар сонисида ўтказилди.

Эзиш камерасида болғачаларнинг ротори айланаси бўйлаб жойлашиш қаторининг иш сифатига таъсири. Тажриба натижаларига кўра (6-расм), болғачалар эзиш камерасида ротор айланаси бўйлаб кетма-кет равишда 2, 3, 4 ва 6 қатор қилиб жойлаштирилганда майдаланиш модули доимий равишда пасайиб бориб, 1,8, 1,6, 1,4 ва 1,2 ларга тенг бўлган бўлсада, аммо майдаланган маҳсулот таркибидаги фракциялар миқдори турличани ташкил этди.

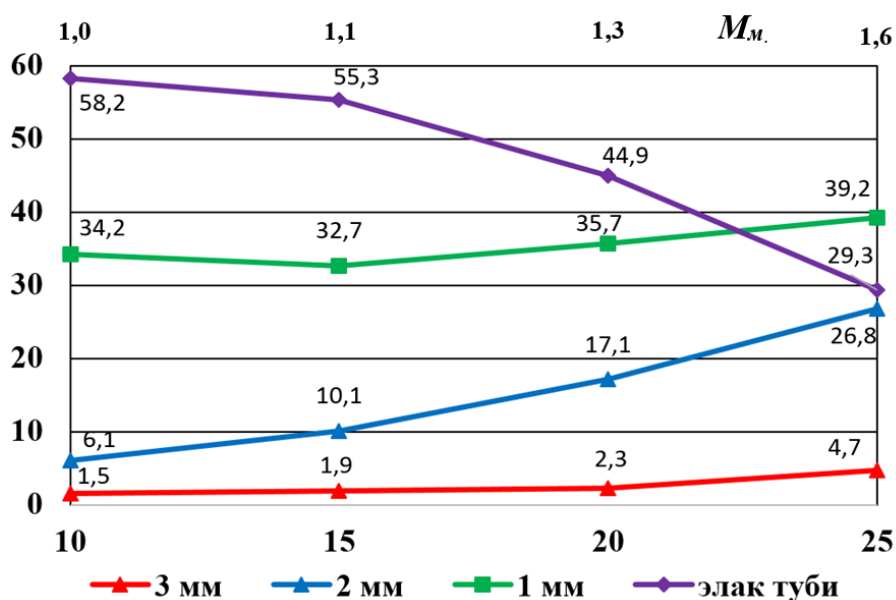


6-расм. Болғачаларнинг эзиш камераси ротори айланаси бўйлаб жойлашиш қаторининг иш сифатига таъсири

Жумладан, 2 ва 3 мм элакда қолган фракциялар миқдори доимий равишда пасайиб, элак тубига тушган, ўлчами 1 мм дан кичик фракциялар миқдори 7,3 фоиздан 20,3 фоизгача доимий равишда ортиб борди. Энг керакли ўлчамдаги, яъни 1 мм элакда қолган (катталиги 1-2 мм оралиғидаги фракция) болғачалар ротор айланаси бўйлаб 2, 3 ва 4 қатор жойлаштирилганда 63,1 фоиздан 81,3 фоизгача ортган бўлса, 6 қатор қилиб жойлаштирилганда эса пасайиб, 74,9 фоизни ташкил этди.

Олинган натижаларга кўра болғачалар роторда айлана бўйлаб 4 қатор қилиб жойлаштирилганда маҳсулотнинг майдаланиши яхши бўлиши аниқланди. Шу сабабли болғачаларни ротор айланаси бўйлаб 4 қатор қилиб жойлаштириш тавсия этилади.

Болғачаларнинг эзиш камераси ротори баландлиги бўйлаб жойлашиш масофасининг иш сифатига таъсири. Тажрибаларда шунингдек, маҳсулотни майдалаш сифатига болғачаларнинг ротор баландлиги бўйлаб жойлашиш масофасининг таъсири ҳам аниқланди. Бунда болғачалар ротор айланаси ва баландлиги бўйича 4 қатордан жойлаштирилди. Олинган натижалар шуни кўрсатдики (7-расм), болғачалар орасидаги масофа 10 мм дан 25 мм гача катталашганда ўлчами 3 мм дан катта фракциялар миқдори 1,5 фоиздан 4,7 фоизгача, 2-3 мм фракциялар миқдори 6,1 фоиздан 26,8 фоизгача ортган бўлса, 1-2 мм фракциялар миқдори дастлаб 34,2 фоиздан 32,7 фоизга камайиб, сўнгра 35,7 фоиздан 39,2 фоизга ортди. Ўлчами 1 мм дан кичик фракциялар миқдори эса 58,2 фоиздан 29,3 фоизгача камайиб борди. Маҳсулотнинг майдаланиш модули эса 1,0 дан 1,6 гача ортди.

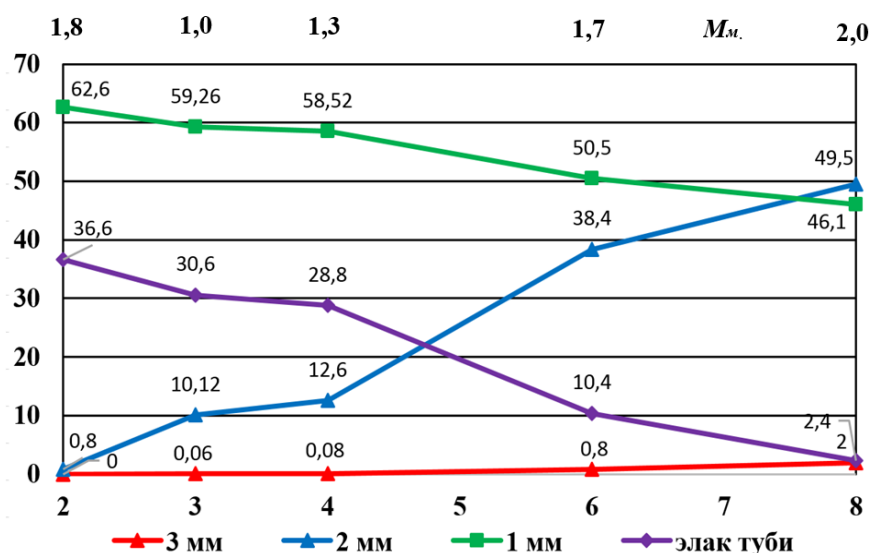


7-расм. Эзиш камераси болғалари орасидаги масофанинг иш сифатига таъсири

Майдаланган маҳсулотнинг энг яхши фракциялар таркиби ва майдаланиш модули болғачаларнинг ротор баландлиги бўйлаб жойлашиш масофаси 20 – 25 мм оралиғида бўлганда кузатилди.

Майдалагич болғачалар қалинлигининг иш сифатига таъсири. Болғачалар қалинлиги 2 мм дан 5 мм гача қалинлашганда майдаланиш модули 1,8 дан 1,1 гача камайиб борди. Аммо болғачалар қалинлиги 2 мм бўлганда ўлчами 2-3 мм бўлган фракция миқдори кўп бўлган бўлса, болғачалар қалинлиги 5 мм бўлганда ўлчами 1 мм дан кичик бўлган фракция миқдори ортиб кетди. Бундан ташқари болғачалар қалинлиги 2 мм дан 3 мм га қалинлашганда маҳсулотнинг майдаланиш модули 1,8 дан 1,4 га тушиб, жадал бўлган бўлса, бошқа қалинликдаги болғачаларда майдаланишнинг ортиши секинлашганини кўриш мумкин. Майдаланган маҳсулотнинг энг яхши таркиби болғачалар қалинлиги 3 – 4 мм бўлганда олинди.

Эзиш камераси тешиклари диаметрининг иш сифатига таъсири. Эзиш камераси чиқиш қисмида ўрнатилган элаксимон панжара тешиклари диаметри 2 мм бўлганда ўлчами 3 мм дан катта фракциялар миқдори кузатилмаган бўлса, тешиклари диаметри 3 ва 4 мм бўлганда мазкур ўлчамдаги фракциялар миқдори 0,06 ва 0,08 фоиз бўлиб, сезиларсиз миқдорни ташкил этди (8-расм).



8-расм. Эзиш камераси тешиклари диаметрининг иш сифатига таъсири

Элак тешиклари диаметри 6 ва 8 мм бўлганда, ўлчами 3 мм дан катта фракциялар миқдори пайдо бўла бошлади ва мос равишда 0,8 ҳамда 2,0 фоизни ташкил этди. Ўлчами 2-3 мм фракциялар миқдори тешиклар диаметри 2 мм бўлганда 0,8 фоизга тенг бўлган бўлса, тешиклар диаметри 3 мм бўлганда сезиларли равишда ортиб, 10,12 фоизни, 4, 6 ва 8 мм бўлганда эса мос равишда 12,6; 38,4 ва 49,5 фоизларни ташкил этди.

Элак тешиклари диаметри 2 мм дан 8 мм га катталашганда ўлчами 1 мм дан катта фракциялар миқдори 62,6 фоиздан 46,1 фоизгача камайган бўлса, ўлчами 1 мм дан кичик фракциялар миқдори эса 36,6 фоиздан 2,4 фоизгача камайиб борди. Бунда 1 мм дан катта фракциялар миқдорининг камайиши деярли бир маромда кечган бўлса, 1 мм дан кичик фракциялар миқдорининг камайиши элак тешиклари 2 мм дан 4 мм гача катталашганда бир хил тарзда ўзгариб, сўнгра 6 ва 8 мм бўлганда жадал равишда камайиши аниқланди.

Майдаланган маҳсулотнинг мазкур гранулометриқ таркибларида майдаланиш модули 0,8 дан 2,0 гачани ташкил этгани ҳолда, энг яхши майдаланиш модули элак тешиклари диаметри 4 ва 6 мм бўлганда олинди ва 1,3 – 1,7 оралиғида бўлди.

Диссертациянинг «Дон майдалагич-эзгичнинг синови натижалари ва унинг техник-иқтисодий кўрсаткичлари» деб номланган тўртинчи бобида дон майдалагич қурилмасининг қисқача техник тавсифи, хўжалиқ синовлари натижалари ва унинг иқтисодий самарадорлиги келтирилган. Синовларда ишлаб чиқилган майдалагич-эзгич қурилма синовларда белгиланган технологик жараёни белгиланган талаблар даражасида амалга ошириши аниқланди.

Донларни поғонали равишда майдалагич-эзгич қурилма бошқа қурилмаларга нисбатан майдаланган маҳсулот гранулометриқ таркибининг бир-бирига яқинлиги, иш сифати юқори ва энергия сарфи камлиги ҳисобига бир йилда 8 497 965,0 сўм иқтисодий самара беради.

ХУЛОСА

«Озуқабоп донларни поғонали равишда майдалаб эзгичнинг параметрларини асослаш» мавзусидаги фалсафа доктори (PhD) диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижалари асосида куйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Ем тайёрлаш машиналарининг таҳлили шуни кўрсатадики, кам бош сонли чорва молларига эга фермер, деҳқон ва шахсий ёрдамчи хўжаликларда омуктабоп донларни майдалаш учун иш унуми унча юқори бўлмаган, кам қувватли кичик майдалагич-эзгичлардан фойдаланиш мақсадга мувофиқдир.

2. Мавжуд майдалагич-эзгич қурилмалар конструкциясининг таҳлили омуктабоп донларга ишлов беришда болғали турдаги роторли майдалаш аппарати ихчамлиги ва оддийлиги билан бир мунча мақбул механизм эканлигини кўрсатди, аммо ушбу иш органи донларни дастлаб қирқиб майдалаб, сўнгра уриб эзиш жараёнини ўзида мужассамлаштириши керак.

3. Доннинг майдаланиш даражаси кўп жихатдан болғачаларнинг тезлиги, болғачаларнинг учлари ва камера орасидаги тирқиш ҳамда болғача шакли ва ўлчамларига боғлиқ бўлиб, болғачаларнинг тезлиги 30 м/с дан ошганда донларнинг майдаланиши бошланади.

4. Донларни поғонали равишда майдалашда яхши натижаларга юқори майдалаш камераси тешиклари диаметри 20 мм, майдалагич пичоқлар сони 4 дона, пичоқлар узунлиги 290 мм, пичоқлар ўзаро жойлашиш оралиғи 20 – 40 мм оралиғида бўлганда эришилади.

5. Майдалагич роторининг айланишлар сони 2750 мин⁻¹ ва 3000 мин⁻¹, болғачалар роторда унинг айланаси ва баландлиги бўйлаб 4 қатордан жойлаштирилганда ва болғачалар қалинлиги 3 – 4 мм, болғача ва камера девори орасидаги тирқиш 4 – 8 мм, элак тешиклари диаметри 4 ва 6 мм бўлганда айдаланган маҳсулотнинг гранулометриқ таркиби мақбул бўлиб, майдаланиш модули 1,3-1,6 оралиғида бўлади.

6. Майдалагич-эзгичнинг габарит ўлчамларининг катта эмаслиги унинг ихчам ва фойдаланиш учун қулай бўлишини таъминлаган ҳолда, шахсий уй ёки деҳқон ва кичик фермер хўжаликларида омуктабоп донларни кам сарф-харажатлар билан сифатли майдалаб, ем қилиш имконини беради ва ундан фойдаланилгандаги иқтисодий самара 8497965,0 сўмни ташкил этади.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.Т.90.01. ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ НАМАНГАНСКОМ ИНЖЕНЕРНО-
СТРОИТЕЛЬНОМ ИНСТИТУТЕ**

**НАМАНГАНСКИЙ ИНЖЕНЕРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
ИНСТИТУТ**

КУРБАНОВ НЕМАТИЛЛА МУРОДИЛЛАЕВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТУПЕНЧАТОЙ ДРОБИЛКИ-
ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА**

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

**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 В2020.2.PhD/T16.64.

Диссертация выполнена в Наманганском инженерно-технологическом институте. Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице по адресу: www.nammqi_info@edu.uz и Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» (www.ziynet.uz).

Научный руководитель: Астанакулов Комил Дуллиевич
доктор технических наук, профессор

Официальные оппоненты: Мансуров Мухторжон Тохиржонович
доктор технических наук

Худаяров Анвар Назиржанович
кандидат технических наук, профессор

Ведущая организация: Ферганский политехнический институт

Защита диссертации состоится «15» мая 2021 г. в 13⁰⁰ часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.T.90.01 при Наманганском инженерно-строительском институте (Адрес: 160103, г. Наманган, ул. Ислама Каримова, 12. Тел.: (+99869) 234-15-23, факс: (+99869) 234-15-23, e-mail: nammqi_info@edu.uz).

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

Автореферат диссертации разослан «28» апреля 2021 года
(Протокол рассылки № 13 «28» апреля 2021 года).



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

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

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

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В настоящее время в мире ведущее место занимает разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий и технических средств для приготовления концентрированного корма путем обработки фуражного зерна. «Если учесть, что сейчас в мировом масштабе содержится 178-183 млн. поголовья животных и для них из фуражного зерна измельчением готовится 968-1065 млн. тонн концентрированного корма»³, то важной задачей считается создание ресурсосберегающих технических средств и устройств для приготовления кормов с высоким качеством работы. В этом аспекте, большое внимание уделяется разработке устройств, осуществляющих измельчение фуражного зерна с однородным составом.

В мире ведутся научно-исследовательские работы, направленные на разработку новых научно-технических решений ресурсосберегающих технологий и технических средств для измельчения фуражного зерна и приготовления качественных концентрированных кормов. В этом направлении, в частности, одной из важных задач является обеспечение однородности гранулометрического состава и повышение качества готовящегося корма, а также энерго-ресурсосбережение путем осуществления предварительного измельчения початков и зерна кукурузы, зерна пшеницы, ячменя, овса и ржи. В этом аспекте разработка дробильно-измельчающего устройства, осуществляющего ступенчатое измельчение початков кукурузы и фуражного зерна путем предварительного разрезания продуктов, окончательного измельчения их ударным воздействием и обоснование технологических процессов работы его рабочих органов является востребованной.

В республике, учитывая развитие семейного животноводства и увеличение потребности в концентрированных кормах, с увеличением поголовья животных, проводятся широкомасштабные мероприятия по разработке ресурсосберегающих технологий и менее энерго-металлоемких устройств для хозяйств, обеспечивающих приготовление качественного корма путём измельчения фуражного зерна. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан на 2017-2021 годы намечены задачи, в частности, «...создание кормовой базы животноводства, увеличение объема производства кормов, организация семеноводства, обеспечение животноводства качественными кормами, биодобавками, витаминами, макро-микроэлементами и другими кормовыми единицами»⁴. При выполнении этих задач, вместе с энерго- и ресурсосбережением, важным является техническая и технологическая модернизация устройств,

¹ <http://www.nrcs.usda.gov>, <http://cropwatch.unl.edu/tillage/ridge>; <https://www.moluch.ru>, <https://www.zerno-ua.com>;

² Указ Президента Республики Узбекистан № УП 4947 от 7 февраля 2017 года «О стратегии действий по приоритетным направлениям развития Республики Узбекистан»

осуществляющих качественное измельчение фуражного зерна на корм.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, предусмотренных в Постановлениях ПП-3117 от 7 июля 2017 года «О мерах дальнейшего развития научно-технической базы машиностроительной отрасли в сельском хозяйстве», ПП-4243 от 18 марта 2019 года «О мерах по дальнейшему развитию и поддержке животноводческой отрасли», ПП-4410 от 31 июля 2019 года «О мерах по ускоренному развитию сельскохозяйственного машиностроения, государственной поддержке обеспечения аграрного сектора сельскохозяйственной техникой», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. Исследованиями по раскрытию сущности измельчения и дробления зерна кукурузы, ржи, овса, пшеницы и другого фуражного зерна за рубежом занимались Rittinger, Rebinder, В.Л.Кирипичев, а потом М.М.Гернет, В.А.Горанский и С.В.Мельников, по созданию устройств для приготовления корма и обоснованию параметров их рабочих органов В.Г.Мальков, Т. Абилжанов, М.А.Тищенко, А.В.Яковлев, J.C.E.Quist, S.Kwofie, P.Toneva, I.M.Kupchuk, P.Vaculík, D.Dziki, по исследованию показателей работы зернодробилок и их применением В.Г.Коротков, В.Н. Шулятьев, В.Сисюев, V.Shirobokov, O.Fedorov, P.P.Искендеров, S.Ivanovs, P.Sobczak, M.M. Ibrahim, F.Lyu, M.Thomas, F. Zhu, J. Zhao и другие.

В республике научно-исследовательские работы по разработке и усовершенствованию способов и устройств для измельчения фуражного зерна и других кормов были проведены Дж.Алижановым, А.Сражиддиновым, К.Астанакуловым, Ф.Каршиевым, Ш.Абдурахмановым и другими.

В этих исследованиях были изучены процессы измельчения фуражного зерна дисковыми, вальцовыми и роторными дробилками. Однако в этих исследованиях не были изучены вопросы разработки конструкции и обоснование параметров дробилки-измельчителя для ступенчатого измельчения початков и зерна кукурузы, зерна пшеницы, ячменя, ржи и овса, т.е. осуществляющей предварительное измельчение ножами и окончательное измельчение молотками измельчаемого продукта.

Связь темы диссертации с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в соответствии с планом научно-исследовательских работ Наманганского инженерно-технологического института по заданию «Разработка устройства ступенчатого дробления-измельчения фуражного зерна» и по проекту И-2012-23 «Изготовление малогабаритных измельчителей грубых кормов и зерна, а также внедрение их в фермерские и дехканские хозяйства».

Целью исследования является разработка измельчающее-дробящего устройства, осуществляющего качественное ступенчатое дробление и измельчение фуражного зерна, а также обоснование ее параметров.

Задачи исследования:

анализ существующих способов и устройств для измельчения зерна, требований, предъявляемых к измельчению, физико-механических свойств зерна и разработка конструктивной схемы устройства, осуществляющего ступенчатое измельчение фуражного зерна;

проведение теоретических исследований по определению зависимостей между измельчением зерна и параметрами рабочих органов ступенчатого дробилки-измельчителя фуражного зерна;

разработка экспериментального образца ступенчатого дробилки-измельчителя зерна и экспериментальное исследование параметров и режимов работы ее рабочих органов;

проведение испытаний дробилки-измельчителя и определение ее экономической эффективности.

Объектом исследования являются початки и зерно кукурузы, фуражное зерно, других культур а также устройство для ступенчатого измельчения зерна и его рабочие органы.

Предметом исследования являются аналитические зависимости и математические модели, описывающие процессы взаимодействия рабочих органов дробилки-измельчителя с початками и фуражным зерном, а также закономерности изменения качественных показателей работы устройства в зависимости от его параметров и режимов работы.

Методы исследования. В процессе исследований применены методы математической статистики, методы обоснования параметров устройства однофакторным экспериментом, методы определения гранулометрического состава и модуля помола измельчаемого продукта решетным классификатором, а также методы приведенные в существующих нормативных документах.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

раскрыта сущность процесса измельчения початков кукурузы и фуражного зерна под воздействием измельчающих ножей в верхней камере, разработанного устройства и на основе этого определены параметры измельчающего ножа и камеры;

разработана камера окончательного измельчения измельчаемого продукта, поступающего из верхней камеры, состоящая из шарнирно прикрепленных к ротору молотковых рабочих органов и решетчатого сита;

обоснована требуемая окружная скорость молотка с учетом разрушающего усилия и затрат энергии на измельчение зерна;

определены оптимальные параметры рабочих органов дробилки-измельчителя из условия получения однородного измельчаемого продукта с небольшим количеством мелких и крупных частиц, при ступенчатом измельчении зерна.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

разработана дробилка-измельчитель, позволяющая получить однородный измельчаемый продукт, за счет ступенчатого измельчения фуражного зерна;

установлено повышение производительности и качества работы дробилки-измельчителя, а также снижение эксплуатационных затрат за счет получения однородного измельченного продукта при одном пропуске зерна через устройства.

Достоверность результатов исследования. Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что исследование проведено с применением общепринятых методов и средств измерений, осуществлением теоретического обоснования параметров и режимов работы устройства на основе правил теоретической механики, высшей математики и математической статистики, адекватностью полученных результатов теоретических и экспериментальных исследований, проведением испытаний устройства и внедрением его в практику.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследования заключается в разработке механико-математических моделей и аналитических зависимостей, позволяющих определить сущность технологического процесса, конструктивных и технологических параметров устройства для ступенчатого измельчения зерна, а также возможности их применения при обосновании параметров других подобных рабочих органов

Практическая значимость результатов исследования заключается в снижении эксплуатационных затрат при приготовлении корма в животноводческих фермерских и семейных хозяйствах за счет измельчения зерна за один пропуск и повышении качества корма путём снижения количества крупных и пылеобразных частиц в составе измельчаемого продукта за счет ступенчатого измельчения фуражного зерна.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов исследований по обоснованию параметров ступенчатой дробилки-измельчителя фуражного зерна:

для освоения производства проектно-конструкторская документация и методы расчета дробилки-измельчителя внедрены в процесс проектирования в АО «ВМКВ-Agromash» (справка Министерства сельского хозяйства №02/023-2610 от 21 августа 2020 г.). В результате создана возможность производства дробилки-измельчителя, состоящей из верхней и нижней камер измельчения, имеющая обоснованной конструкцией и параметрами рабочих органов.

разработанная дробилка-измельчитель для ступенчатого измельчения зерна, внедрена в фермерские хозяйства Янгиюльского района Ташкентской области и Уйчинского района Наманганской области (справка Министерства сельского хозяйства №02/023-2610 от 21 августа 2020 г.). В результате при её применении прямые эксплуатационные расходы на измельчение зерна уменьшаются в 1,1 раза, а качество измельчаемого продукта повышается на

15-20 %.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены на 3 международных и 6 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 15 научных работ, из них 1 монография, в научных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD) – 5, в том числе 3 – в республиканских и 2 – в зарубежных журналах.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации составляет 104 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

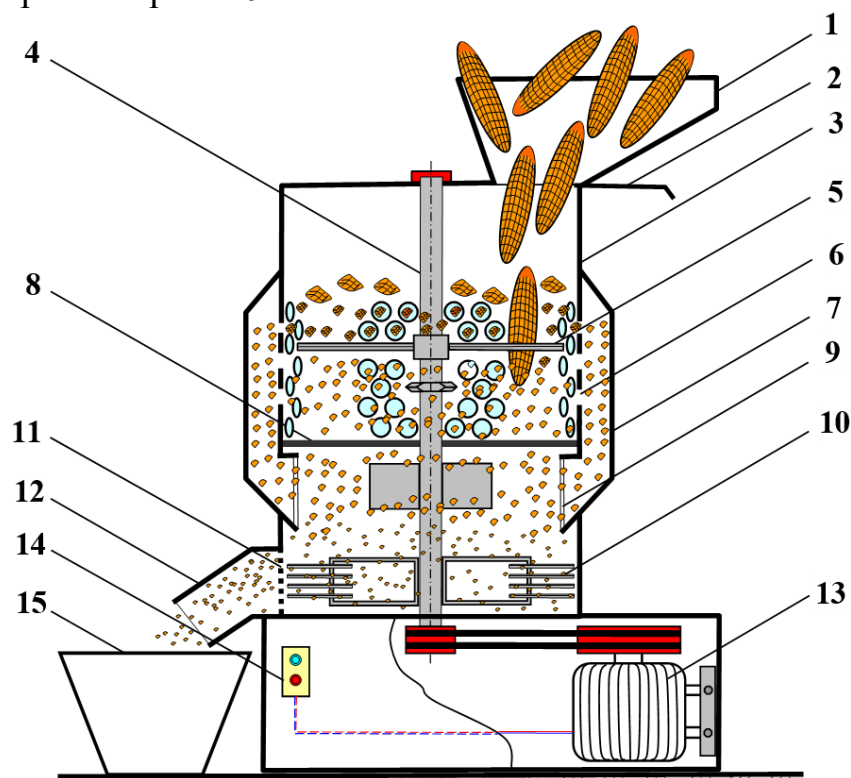
Во введении обосновываются актуальность и востребованность проведенного исследования, сформулированы цель и задачи, характеризуются объект и предмет исследования, указано соответствие диссертационной работы приоритетным направлениям развития науки и технологий, излагаются научная новизна и практические результаты исследования, обоснована достоверность полученных результатов, их научная и практическая значимость, приводятся сведения по внедрению в практику результатов исследования, апробации результатов диссертационной работы, сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации «**Состояние способов и устройств измельчения фуражного зерна и задачи исследования**» приведены анализ состояния способов и средств для измельчения фуражного зерна, анализ конструкции и процесса работы существующих измельчающих устройств и их рабочих органов, зоотехнические требования, предъявляемые качеству измельчения зерна, сведения по физико-механическим свойствам фуражного зерна и результаты ранее проведенных научно-исследовательских работ, обоснован цель и задачи исследования.

Во второй главы диссертации «**Теоретическое исследование параметров и режимов работы рабочих органов дробилки-измельчителя**» проведены исследования по теоретическому обоснованию параметров и режимов работы рабочих органов дробилки-измельчителя и на их основе разработана конструкция устройства, осуществляющего ступенчатое дробление фуражных зерен (рис.1).

Технологический процесс дробилки-измельчителя происходит следующим образом: початки и зерно, предназначенные для дробления подаются в бункер 1 и из него, с помощью дозирочного щита 2, в дозированном виде поступают в камеру измельчения 3. В камере измельчения 3 ротор 4 ножами 5 измельчает продукт. Первично измельченный продукт проходит через отверстия 6 стенки и с помощью

лотков 7, расположенных на боковой части камеры поступает в камеру дробления через отверстия 9.



1-бункер, 2-дозировочный щит, 3-камера измельчения, 4-измельчающий ротор, 5-нож, 6-отверстия камеры измельчения, 7-пропускной лоток, 8-разделитель камер, 9-входные отверстия камеры дробления, 10-молотки, 11-решето камеры дробления, 12-выходной лоток, 13-электродвигатель, 14-пусковой пульт, 15-тара.

Рис.1. Технологическая схема дробилки-измельчителя фуражного зерна

Предварительно измельченный продукт в камере дробления с помощью молотков 10, шарнирно прикрепленных к ротору 4 измельчается до требуемого размера. Готовый продукт проходит через отверстия решета 11 и с помощью выходного лотка 12 поступает в специальную тару 15. Ротор 4 дробилки-измельчителя приводится в движение с помощью электродвигателя 13 через ременную передачу, включение и отключение осуществляется пультом 14.

Измельчение початков разрезанием ножа дробилки-измельчения. В процессе работы дробилки-измельчителя початки, поступающие из бункера сначала должны измельчаться до определенного размера с помощью измельчающих ножей.

При этом рассматриваем взаимодействие ножа и поступающих початков с допущениями о том, что початок в сторону ножа поступает с определенной высоты с равномерной скоростью и первый нож незамедлительно срезает початок и он двигается вниз и до соприкосновения со вторым ножом початок не изменяет свое первоначальное положение.

При этом, частота вращения ротора обеспечивающая, требуемую длину резки l_m определяется выражением

$$n_p \geq \frac{30\sqrt{2gh_m}}{l_m} \quad (1)$$

где h_m – высота поступления початков, м.

Если учесть, что $g=9,8$ м/с², $h_m=0,15$ м, по выражению (1) для обеспечения разрезания початков длиной не более $l_m=20$ мм, частота вращения ротора с установленным измельчающим ножом должна быть более 2571,9 мин⁻¹.

Определение соотношения между параметрами рабочих органов и пропускной способностью дробилки-измельчителя.

Пропускную способность дробилки-измельчителя можно определить по следующему выражению

$$q_{м.э.} = q_{сол} D_m H_m, \quad (2)$$

где $q_{сол}$ – удельная пропускная способность дробилки-измельчителя, кг/с·м²; D_m – диаметр рабочей камеры дробилки-измельчителя, м; H_m – высота рабочей камеры дробилки-измельчителя, м.

Удельная пропускная способность существующих подобных зернодробилок определяется при скорости молотка или ножа $V_{п}=45-55$ м/с и

составляет $q_{сол} = 2 \div 3 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$.

Учитывая допускаемую скорость измельчающих ножей определяем диаметр ротора

$$D_p = \frac{60V_n}{\pi n_p}. \quad (3)$$

Если принять, что $V_{п}=45$ м/с, $n_p=2600$ мин⁻¹, тогда диаметр ротора будет $D_p=0,33$ м.

Исходя из диаметра ротора диаметр камеры измельчения

$$D_m = D_p + S_m = \frac{60V_n}{\pi n_p} + S_m, \quad (4)$$

где S_m – зазор между ножом и стенкой камеры измельчения, м.

По ранее проведенным исследованиям зазор между ножом и стенкой камеры измельчения, по мере возможности, должен быть минимальным. Если зазор между ножом и стенкой камеры измельчения принимаем $S_m=5$ мм, тогда диаметр камеры измельчения будет $D_m=0,38$ м.

Соответственно диаметру камеры измельчения и площади решетчатой поверхности высота камеры будет

$$H_m = \frac{S_{дека}}{D_m} = \frac{4N_m (d_m + m)^2 \sin 60^\circ}{D_m}, \quad (5)$$

Если учесть, что число отверстий на стенке камеры измельчения, необходимое для пропуска одновременно всех разрезанных кусков одного початка, будет $N_m=140$ шт, а их диаметр $d_m=20$ мм, допускаемый размер

перемычки между отверстиями $m=5$ мм, диаметр камеры измельчения $D_m=0,33-0,38$ м, тогда высота камеры должна быть $H_m=0,2 - 0,23$ м.

Дробление зерна и определение скорости молотка. Для дробления зерна напряжение, подаваемое им за счет удара молотков должно быть больше их предела прочности, т.е.

$$\sigma_y \leq \sigma, \quad (6)$$

где σ - напряжение, возникающее на зерне при ударе, Н/м²; σ_y - предел прочности измельчаемого продукта, Н/м².

Исходя из этого условия скорость молотка необходимая для дробления зерна будет

$$V_{6.1} \geq \sqrt{\frac{2l_\delta F_\delta P_{май}^2}{(1-k^2)m_\delta \left(1 + \frac{m_\delta}{M_\delta}\right) ES_c^2}} \quad (7)$$

где $P_{май}$ – сила сопротивления зерна дроблению, Н; l_δ – размер зерна, м; F_δ – площадь воздействия молотка на зерно, м²; k – коэффициент восстановления зерна; m_δ – масса зерна, кг; M_δ – масса молотка, кг; E – модуль эластичности зерна, Н/м²; S_c – площадь поперечного сечения зерна, м²; $V_{6.1}$ – скорость молотка до удара, м/с.

По полученному выражению (7) построен график изменения окружной скорости молоткового ротора в зависимости от силы сопротивления зерна дроблению кукурузы, пшеницы и ячменя (рис.2).

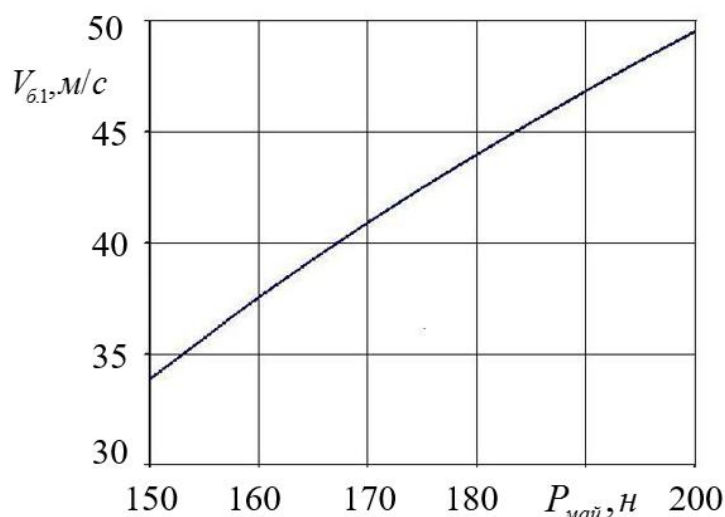


Рис. 2. Зависимость окружной скорости молоткового ротора от силы сопротивления зерен дроблению

Из графика видно, что при наибольшей силе сопротивления зерен дроблению в пределах 180-200 Н, для их интенсивного дробления окружная скорость молоткового ротора должна быть в пределах 45 - 50 м/с.

Исследование движения зерна внутри камеры дробления при воздействии молотка.

За счет большой окружной скорости ротора частица, измельченного зерна, захваченная молотком, после поворачивания ротора на определенный угол, начинает двигаться от центра к торцу и перемещается по поверхности молотка. При этом на частицу действует центробежная сила F_M , сила тяжести G , сила сопротивления воздуха F_x , сила Кориолиса F_K , сила нормальной реакции N и сила трения $F_{\text{шук}}$ (рис.3).

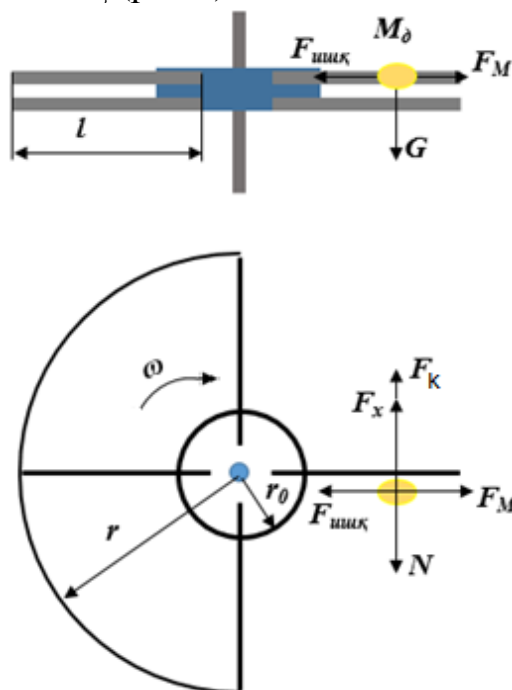


Рис.3. Силы, действующие на измельчаемое зерно

Если кусок зерна принять как частицу и сила тяжести G будет действовать только на движение зерна по вертикальной оси, тогда можно составить движение частицы под действием молотка по его поверхности по следующему выражению

$$m\ddot{l} = F_M - F_{\text{шук}}, \quad (8)$$

где \ddot{l} - ускорение частицы при ее перемещении по молотку, м/с^2 .

Если подставить значение сил в это выражение и провести некоторые преобразования, тогда получим следующие выражение

$$\dot{l} + 2f\omega\dot{l} - \omega(\omega - fk_n)l = g \cos\omega t - fg \sin\omega t + \omega r_0(\omega - fk_n), \quad (9)$$

где ω – угловая скорость частицы, с^{-1} ; r_0 – радиус ротора, м; l – длина молотка ротора, м; g – ускорение свободного падения, м/с^2 ; f – коэффициент трения; k_n – коэффициент парусности, $1/\text{с}$; V – скорость воздуха, м/с ; \dot{l} – скорость перемещения частицы по молотку, м/с ; t – время движения, с.

Решая это уравнение, получим выражение, описывающее перемещение частиц зерна по поверхности молотка

$$l = \frac{(f\omega + \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}) \cdot r_0}{\sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}} \cdot e^{(-f\omega + \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)})t} +$$

$$+ \frac{(-f\omega + \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}) \cdot r_0}{\sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}} \cdot e^{(-f\omega - \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)})t} - r_0 \quad (10)$$

С помощью этого уравнения можно определить скорость движения частиц зерна при воздействии молотка

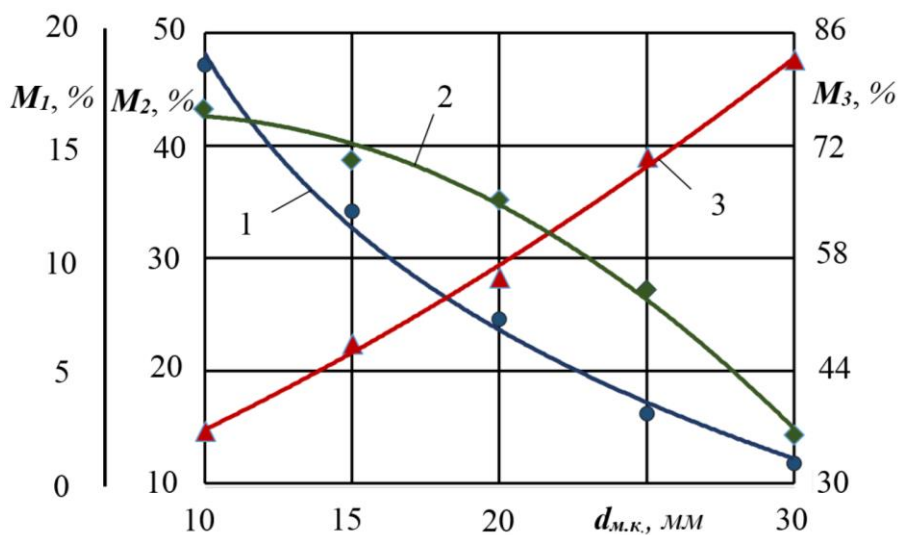
$$i = \frac{\omega(\omega - fk_n) \cdot r_0}{\sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}} \cdot e^{(-f\omega + \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)})t} -$$

$$- \frac{\omega(\omega - fk_n) \cdot r_0}{\sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)}} \cdot e^{(-f\omega - \sqrt{f^2\omega^2 + \omega(\omega - fk_n)})t} \quad (11)$$

Анализ выражений (10) и (11) показывает, что движение частиц зерна по молоткам больше зависит от радиуса и скорости ротора.

В третьей главе диссертации «**Экспериментальное исследование параметров и режимов работы рабочих органов дробилки-измельчителя**» приведены результаты исследований по обоснованию рациональных параметров и режимов работы разработанного устройства для измельчения зерна.

Влияние размера отверстий измельчающей камеры на показатели измельчения. В экспериментах проведены исследования по измельчению початков кукурузы с изменением диаметра отверстий измельчающей камеры от 10 мм до 30 мм. Из результатов эксперимента видно (рис.4), что с увеличением диаметра отверстий измельчающей камеры от 10 мм до 30 мм в составе предварительно измельченной массы количество частиц размером до 3 мм



- 1) фракция до M₁-3 мм, %; 2) фракция размера M₂- 3-5 мм, %;
3) фракция более M₃- 5 мм

Рис.4. Влияние диаметра отверстий измельчающей камеры на качества измельчения

уменьшалось от 18,6 % до 0,9 %, количество частиц размером 3-5 мм уменьшалось от 44,2 % до 14,4 %, а количество частиц размером более 5 мм увеличилось от 37,2 % до 84,7 %. При этом с увеличением диаметра отверстий измельчающей камеры от 10 мм до 20 мм в составе предварительно измельченной массы количество частиц размером 3-5 мм уменьшалось с 44,2 % до 35,9 % или в 1,23 раза, а с увеличением диаметра отверстий камеры от 20 мм до 30 мм количество частиц размером 3-5 мм уменьшалось с 35,9 % до 14,4 % или в 2,4 раза. С увеличением диаметра отверстий измельчающей камеры от 10 мм до 20 мм в составе измельченной массы количество фракций размером более 5 мм увеличилось в 1,49 раза, а с увеличением от 20 мм до 30 мм увеличилось в 1,52 раза. В экспериментах наиболее лучшие результаты были получены при диаметре отверстий измельчающей камеры 20 мм и этот параметр выбран как основной параметр для дальнейших исследований.

Влияние числа ножей измельчающей камеры на качество работы.

При числе ножей 2 шт измельчающей камеры в составе предварительно измельченного продукта количество фракций до 3 мм составляло 4,8 %, а фракции 3-5 мм и более 5 мм соответственно 24,2 % и 70,4 %. Однако, при числе ножей измельчающей камеры 4 шт и 6 шт в составе предварительно измельченного продукта количество фракций до 3 мм и 3-5 мм повысилось существенно, т.е. если при числе ножей 4 шт количество фракций до 3 мм составляло 6,9 %, то при числе ножей 6 шт этот показатель увеличился до 8,5 %. При числе ножей 4 шт. количество фракций 3-5 мм составляло 35,8 %, а при числе ножей 6 шт количество фракций 3-5 мм увеличилось до 41,4 %. С увеличением числа ножей от 4 шт до 6 шт количество фракций более 5 мм уменьшилось с 57,3 % до 50,1 %. Из этого можно определить, что с увеличением числа ножей от 2 шт до 4 шт в составе предварительно измельченной массы количество желаемых фракций, т.е. фракций до 3 мм и фракций 3-5 мм увеличивается в 1,4 – 1,5 раза, а при увеличении от 4 шт до 6 шт количество желаемых фракций увеличилось в 1,1-1,2 раза и это изменение было не существенным. Поэтому в камере измельчения установка измельчающих ножей более 4 шт является не эффективной.

Влияние частоты вращения ротора дробилки-измельчителя на качество работы. В экспериментах с изменением частоты вращения ротора от 2500 мин⁻¹ до 3500 мин⁻¹ в составе окончательно измельченного продукта, т.е. в составе измельченной массы во второй камере количество фракций с размерами более 3 мм уменьшилось с 1,2 % до 0,2 %, а количество фракций с размерами 2-3 мм уменьшилось с 38,4 % до 7,1 %. При этом одновременно количество фракций с размерами более 1 мм снизилось с 59,3 % до 20,3 %, а количество фракций с размерами менее 1 мм увеличилось с 1,1 % до 72,4 % (рис.5). Соответственно этому модуль помола продукта с увеличением частоты вращения ротора с 2500 мин⁻¹ до 3500 мин⁻¹ уменьшился с 1,8 до 0,8.

Однако, определено, что при частоте вращения ротора 2750 мин⁻¹ и 3000 мин⁻¹ гранулометрический состав измельченного продукта будет наилучший и модуль помола продукта составляет в пределах 1,3 – 1,5 и соответствует требованиям.

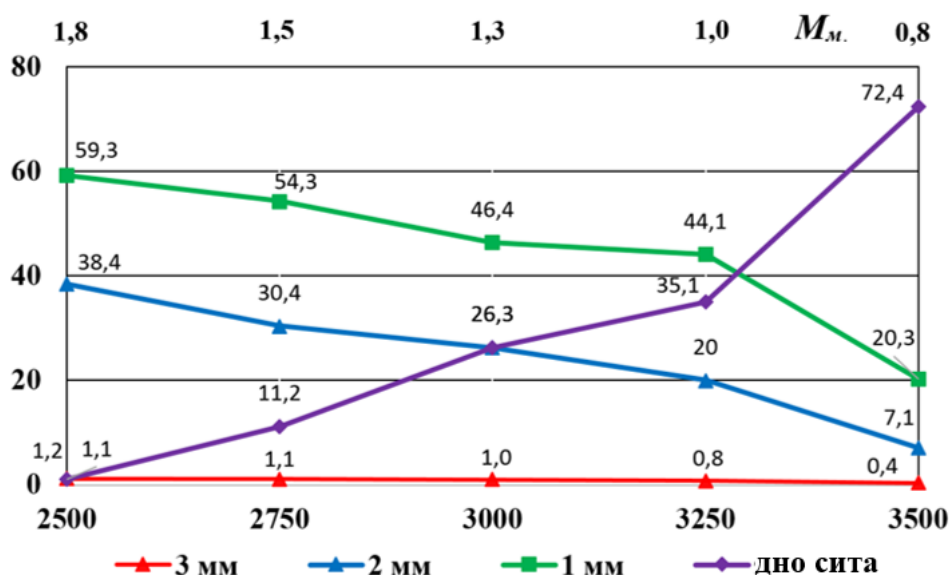


Рис. 5. Изменение модуля помола измельченной массы в зависимости от частоты вращения ротора дробилки-измельчителя

Исходя из этого, этот предел частоты вращения ротора является рациональным.

Влияние числа рядов молотков по окружности ротора дробильной камеры на качество работы. По результатам эксперимента (рис.6) при расположении молотков по окружности ротора в 2, 3, 4 и 6 рядов модуль помола продукта уменьшался, т.е. в составе измельченного продукта количество мелких фракций увеличилось. Однако количество фракций в составе измельченного продукта составляло различные значения.

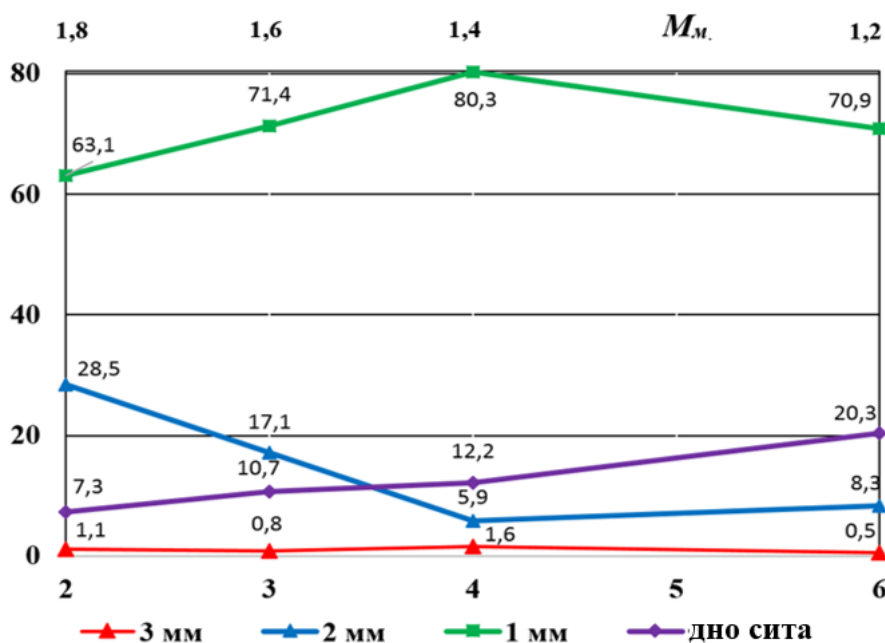


Рис. 6. Изменение модуля помола измельченной массы в зависимости от числа рядов молотков по окружности ротора дробилки-измельчителя

С увеличением числа рядов молотков количество фракций оставшихся

на ситах 2 и 3 мм постепенно уменьшалось, а количество фракций с размерами меньше 1 мм, т.е. поступивших на дно поддона сита увеличилось с 7,3 % до 20,3 %. При этом наиболее желаемая фракция, т.е. фракции с размерами 1-2 мм при расположении молотков по окружности ротора в 2, 3 и 4 ряда повысились с 63,1 % до 81,3 %, а при расположении в 6 рядов уменьшались и составлял и 74,9 %.

По полученным результатам при расположении молотков по окружности ротора в 4 ряда качество измельчения продукта было наилучшим. Поэтому рекомендуется 4-х рядное расположение молотков по окружности ротора.

Влияние расстояния между молотками по высоте ротора на качество работы. В экспериментах определено, что на качество измельчения влияет и расстояние между молотками по высоте ротора. При этом число рядов молотков по окружности и по высоте ротора составляло по 4 ряда. Полученные результаты показали (рис. 7), что с увеличением расстояния между молотками по высоте ротора от 10 мм до 25 мм количество фракций с размером более 3 мм повысилось с 1,5 % до 4,7 %, а количество фракций размером 2-3 мм с 6,1 % до 26,8 %. При этом количество фракций 1-2 мм сначала уменьшилось с 34,2 % на 32,7 %, а потом увеличилось с 35,7 % до 39,2 %, а количество фракций с размером менее 1 мм уменьшалось с 58,2 % до 29,3 %. При этих изменениях фракций модуль помола продукта повысился с 1,0 до 1,6.

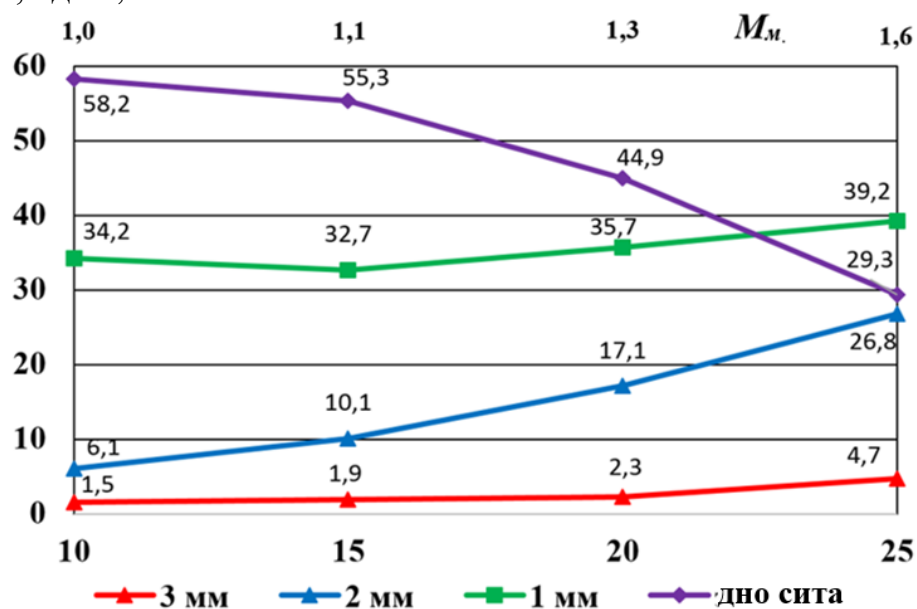


Рис. 7. Влияние расстояния между молотками по высоте ротора на изменение модуля помола измельченной массы

Наилучший состав измельченного продукта и модуль помола продукта наблюдались при расстоянии между молотками по высоте ротора в пределах 20 – 25 мм.

Влияние толщины молотков на качество работы. С увеличением толщины молотков от 2 до 5 мм модуль помола продукта уменьшался с 1,8 до 1,1. Однако, если при толщине молотка 2 мм количество фракций размером 2-3 мм было больше, а при толщине молотка 5 мм чрезмерно увеличилось количество фракций размером менее 1 мм. При этом с увеличением толщины молотка от 2 до 3 мм модуль помола продукта интенсивно снижался с 1,8 до 1,4, однако при остальных толщинах повышение измельчения продукта происходило медленнее. Наилучший состав измельченного продукта получен при толщине молотков 3 – 4 мм.

Влияние диаметра отверстий решета дробильной камеры на качество работы. При диаметре отверстий 2 мм решета выходной части дробильной камеры в составе измельченного продукта фракций с размером более 3 мм не наблюдалось, а с увеличением диаметра отверстий 3 и 4 мм фракции данного размера имели незначительное значение и составляли 0,06 и 0,08 % (рис.8).

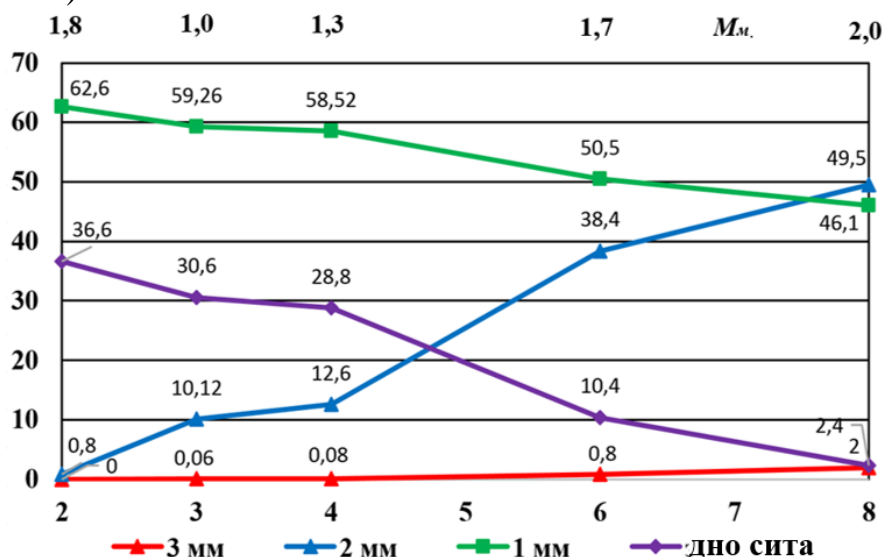


Рис.8. Влияние диаметра отверстий решета на качество продукта

При диаметре отверстий 6 и 8 мм, в составе измельченного продукта началось появление фракций более 3 мм и они составляли соответственно 0,8 и 2,0 %. Если при диаметре отверстий решета 2 мм количество фракций размером 2-3 мм составляло 0,8 %, при диаметре отверстий 3 мм количество их повысилось значительно и составляло 10,1 %. А при диаметрах отверстий 4, 6 и 8 мм количество фракций размером 2-3 мм составляло соответственно 12,6; 38,4 и 49,5 %.

При увеличении диаметра отверстий решета от 2 до 8 мм количество фракций с размером более 1 мм уменьшалось с 62,6 % до 46,1 %, а количество фракций с размером менее 1 мм уменьшалось с 36,6 % до 2,4 %. При этом уменьшение фракций с размером более 1 мм происходило равномерно. Однако определено, что уменьшение количества фракций с размером менее 1 мм с увеличением диаметра отверстий решета от 2 до 4 мм

уменьшалось равномерно, а при диаметрах отверстий 6 и 8 мм уменьшалось интенсивно.

При этих гранулометрических составах измельченного продукта модуль помола составлял от 0,8 до 2,0. Наилучший модуль помола получен при диаметре отверстий решета 4 и 6 мм и составлял в пределах 1,3 – 1,7.

В четвертой главе диссертации «**Результаты испытания дробилки-измельчителя и ее технико-экономические показатели**» приведены краткая техническая характеристика измельчающего устройства, результаты хозяйственных испытаний и его экономический эффект. В испытаниях определено, что разработанная дробилка-измельчитель осуществляет назначенный технологический процесс на требуемом уровне.

Дробилка-измельчитель со ступенчатым измельчением зерновых продуктов в сравнении с другими устройствами отличается более однородным гранулометрическим составом измельченного продукта и за счет высокого качества работы и уменьшения некоторых затрат в год дает экономический эффект 8 497 965,0 сум.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основе проведенных исследований по диссертации «Обоснование параметров ступенчатой дробилки-измельчителя фуражного зерна» на соискание ученой степени доктора философии (PhD) сделаны следующие выводы:

1. Анализ кормоприготовительных машин показал, что в фермерских, дехканских и личных подсобных хозяйствах, имеющих малое поголовье животных целесообразно использовать небольшие дробилки-измельчители с малой мощностью и производительностью.

2. Из анализа конструкций существующих дробилок и измельчителей выявлено, что для обработки фуражного зерна на корм по своей компактности и простоте наиболее подходящим механизмом являются роторные измельчающие аппараты с молотковыми рабочими органами, однако этот рабочий орган должен в себе совмещать процессы измельчения срезом и дробления ударом.

3. Степень измельчения зерна в основном зависит от скорости молотков, зазора между молотками и дробильной камерой, а также от формы и размеров молотка и с превышением скорости молотка 30 м/с начинается процесс дробления зерна.

4. При дроблении зерна в верхней измельчающей камере наиболее лучшие результаты достигаются при диаметре отверстий 20 мм, количестве ножей 4 шт., длине ножей 290 мм и расстоянии между ножами 20-40 мм.

5. При частоте вращения ротора 2750-3000 мин⁻¹, 4-х рядном расположении молотков по окружности и высоте ротора, толщине молотков 3-4 мм, зазоре между молотками и камерой дробления 4-8 мм и диаметре отверстий решетки камеры 4-6 мм гранулометрический состав

измельченного продукта будет оптимальным и модуль помола составляет в пределах 1,3-1,6.

6. Небольшой габаритный размер дробилки-измельчителя обеспечивает компактность и удобство при ее использовании в фермерских, дехканских и личных подсобных хозяйствах, что позволяет приготовить качественный корм из фуражного зерна с наименьшими затратами и экономический эффект от ее применения составляет 8497965,0 сум.

**SCIENTIFIC COUNCIL TO AWARDING OF THE SCIENTIFIC
DEGREES PhD.03/30.12.2019.T.90.01 AT THE NAMANGAN CIVIL
ENGINEERING INSTITUTE**

NAMANGAN ENGINEERING-TECHNOLOGICAL INSTITUTE

KURBANOV NEMATILLA MURADULLEVICH

**SUBSTANTIATION PARAMETERS
OF THE FEED GRAIN STEP CRUSHER-GRINDER**

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

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

Namangan – 2021

The theme of the doctoral of philosophy (PhD) dissertation is registered in the Higher Attestation Commission under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under B2020.2.PhD/T16.64.

The dissertation has been prepared in Namangan engineering-technological institute.

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

Scientific supervisor:

Astanakulov Komil Dullievich
doctor of technical sciences, professor

Official opponents:

Mansurov Mukhtorjon Tokhirjonovich
doctor of technical sciences

Khudayarov Anvar Nazirjanovich
candidate of technical sciences, professor

Leading organization:

Fergana polytechnic institute

The defense of the dissertation will be held at 13⁰⁰ on « 15 » may 2021 year at the scientific council meeting No. PhD.03/30.12.2019.T.90.01 at the Namangan engineering construction institute (at the address: 12, Islam Karimov street, Namangan, 160103. Tel: (+99869) 234-15-23; Fax: (+99869) 234-15-23, e-mail: nammqi_info@edu.uz).

The dissertation is available at the Information-resource center of the Namangan engineering construction institute (registration number 12). Address: Namangan engineering construction institute (at the address: 12, Islam Karimov street, Namangan, 160103. Tel: (+99869) 234-15-23; Fax: (+99869) 234-15-23, e-mail: nammqi_info@edu.uz).

The abstract from the thesis is distributed « 29 » avgust 2021.
(Mailing protocol No 13 on avgust «28», 2021).



B.G.Bayboboev

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

V.M.Turdaliev

Scientific secretary of the scientific council of awarding of scientific degree, doctor of technical sciences, docent

A.H.Umurzakov

Chairman of the academic seminar under the scientific council awarding scientific degree, doctor of technical sciences, docent

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research work development of a crusher-grinder, which performs step quality crushing of feed grains, as well as substantiation of its parameters.

The object of the research corn husks and grains, other edible grains and the device for crushing them in stages and its working parts.

The scientific novelty of the research is as follows:

the essence of the process of splitting of corn husks and feed grains under the action of shredding blades is revealed and on the basis of them the parameters of the shredder blade and the shredding chamber are determined in the upper chamber of the developed device;

the final crushing chamber, consisting of a working part with a hammer attached to the rotor and a grid barrier, designed for rapid crushing of the product falling from the upper chamber;

the required rotational speed of the crusher hammers is based on the energy and resistance force required to grind the grains;

the optimal parameters of the working parts of the crusher-grinder device are determined on the condition of obtaining the same crushed product with a granulometric composition, which does not contain a large number and very small grains in the stepwise grinding of grains.

Implementation of the research result.

Based on the results obtained on the substantiation of the parameters of the grain crusher in stages:

Design documents and calculation methods for the development of crushing and grinding equipment were introduced by JC «BMKB-Agromash» (Reference of the Ministry of Agriculture dated August 21, 2020 No 02/023-2610). As a result, it is possible to develop a crushing and grinding device consisting of upper and lower crushing chambers with scientifically based design and parameters;

The developed step crusher was implemented in farms of Yangiyul district of Tashkent region and Uychi district of Namangan region (reference of the Ministry of Agriculture No. 02 / 023-2610 of August 21, 2020). As a result, when using a grain grinder, the direct operating costs are reduced by 1.1 times compared to existing equipment and the quality of the crushed product increases by 15-20%.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of references and appendices. The volume of the main part of the dissertation is 104 pages.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; I part)

1. Астанакулов К., Қурбанов Н. Озуқабоп донларни поғонали равишда майдалайдиган қурилманинг илмий-технологик асослари / Монография. – Наманган: НамМТИ, 2019. – 121 б.
2. Astanakulov K., Qurbanov N. Researches on development grain grinder-crusher for small farmers. European science review. Section 10. Technical sciences // 2018. Pp 156-158. (05.00.00; №3).
3. Астанакулов К., Қурбанов Н., Азизова Х. Донларни майдаланиш даражасини механик-математик чизиқли тузилишидаги моделини ишлаб чиқиш // НамМТИ илмий-техника журнали. – Наманган, 2019. – №1. – Б. 202-205. (05.00.00; №33).
4. Қурбанов Н. Дон майдалагич-эзгич майдалаш камераси ишини тажрибавий тадқиқ этишдаражасини механик-математик чизиқли тузилишидаги моделини ишлаб чиқиш // НамМТИ илмий-техника журнали. – Наманган, 2019. – №4. – Б. 86-88. (05.00.00; №33).
5. Астанакулов К., Қурбанов Н. Донларни поғонали майдалайдиган қурилма дастлабки майдалаш ишини ўрганиш // НамМТИ илмий-техника журнали. – Наманган, 2020. – №1, – Б. 185-189. (05.00.00; №33).
6. Astanakulov K., Fozilov G., Kurbanov N., Abdurazzokova M. Adashev B. Indicators of operation of the top grinding chamber of grinder crusher for steps grinding of grain // Journal Of Critical Reviews. Vol 7, Issue 13, 2020. Pp. 1012-1014. (Scopus, IF=0.6, www.jcreview.com)

II бўлим (II часть; II part)

7. Астанакулов К., Қурбанов Н. Омухтабоб донларни поғонали равишда майдаловчи эзгич қурилма ишлаб чиқишга доир Кадрлар тайёрлаш сифатини оширишда замонавий педагогик технологияларнинг роли: тажриба ва истиқболлар: Республика илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. – Наманган: НамМПИ, 2009. II-китоб. – Б. 160-161.
8. Қурбанов Н., Худойбердиев Т., Жуманов А. Буғдой майдалаш машинасини такомиллаштириш Иқтидорли талабалар, магистрантлар, аспирантлар, докторантлар ва мустақил тадқиқотчиларнинг илмий-амалий конференцияси материаллари тўплами. – Наманган: НамМПИ, 2009. – Б. 208-209.
9. Қурбанов Н., Қаршиев Ф. Чорвачилик учун кичик ўлчамли ем ва хашак майдалагич-эзгичлар ишлаб чиқишга доир // Қишлоқ хўжалигида техника ва технологиялар сервисини ривожлантириш истиқболлари: Республика илмий ва илмий-техник конференцияси мақолалари тўплами. – Қарши: ҚМИИ, 2010. – Б. 118-121.

10. Қурбанов Н., Бегматов К. Кичик ўлчамли дон майдалагич-эзгичнинг дастлабки синови натижалари // Инновацион ғоя, технологиялар ва лойиҳаларни ишлаб чиқишга тадбиқ ютиш муаммолари: II Республика илмий-техник конференцияси илмий ишлар тўплами. – Жиззах: ЖизПИ. II қисм, 2010. – Б. 103-105.
11. Қурбанов Н. Исследование процесса раздробления стеблей грубых кормов и зерна в молотковом дробилке // Аграр соҳада фан, таълим ва ишлаб чиқариш интеграцияси ва инновацион ривожланиш истиқболлари: Республика илмий-амалий анжумани. – Тошкент: ТошДАУ, 2011. – Б. 309-311.
12. Қурбанов Н. Болғали майдалагич-эзгичнинг иш унумини аниқлаш // Аграр соҳада мажмуи тармоқларида инновацион фаолият самарадорлигини ошириш муаммолари: университетлараро ёш олимлар илмий-амалий конференцияси материаллари. – Тошкент, 2012. – Б.178.
13. Астанақулов К., Қурбанов Н. Математическое описание процесса дробления зерна в молотковом дробилке // Инновацион ривожланиш даврида интенсив ёндашув истиқболлари: Халқаро анжуман материаллари тўплами, – Наманган: НамМТИ. 11-том, 2018. – Б. 297-298.
14. Astanakulov K., Qurbanov N. Studying the work of the top grinding camera of the steady grinding-crusher // The International conference: Innovative development of hotel and restaurant industry and food Production. – Prague, 2020. – pp. 202-206.
15. Astanakulov K.D., Fozilov G.G., Kurbanov N.M., Adashev B.Sh., Boyturayev S.A. Grinding of the grains according to parameters of hummers in double-staged grinder-crusher // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 614 (2020) 012129, doi:10.1088/1755-1315/614/1/012129.

Автореферат “Наманган муҳандислик-технология институти илмий техника журналі” илмий журналі таҳририятида таҳрирдан ўтказилди ва ўзбек, рус, инглиз тилларидаги мослиги текширилди (05.04.2021 й.)

Босишга рухсат этилди 05.04.2021 й.
Бичими 60x84/16. “Times New Roman”
гарнитурда рақамли босма усулида босилди.
Шартли босма табоғи 2,75. Адади 100 нусха.
Буюртма № 30

“Fazilat orgtex servis” х/к босмаҳонасида чоп этилди.
Наманган шаҳар, Навоий кўча 72-уй.