

**TERMIZ DAVLAT MUHANDISLIK VA AGROTEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/2025.27.12.T.14.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**TERMIZ DAVLAT MUHANDISLIK VA AGROTEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

TURSUNOV JAHONGIR SHOKIROVICH

**GRANULALASH LINIYASIDAGI OZUQA ARALASHTIRGICH
QURILMASINING PARAMETRLARI VA ISH REJIMLARINI ASOSLASH**

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

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

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

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

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

Tursunov Jahongir Shokirovich

Granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmasining parametrlari va ish rejimlarini asoslash..... 3

Турсунов Жахонгир Шокирович

Обоснование параметров и режимов работы устройства смесителя кормов в линии гранулирования..... 21

Tursunov Jahongir Shokirovich

Substantiation of the parameters and operating modes of the feed mixer device in the granulation line..... 39

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ

List of published works..... 43

**TERMIZ DAVLAT MUHANDISLIK VA AGROTEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
PhD.03/2025.27.12.T.14.02 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

**TERMIZ DAVLAT MUHANDISLIK VA AGROTEXNOLOGIYALAR
UNIVERSITETI**

TURSUNOV JAHONGIR SHOKIROVICH

**GRANULALASH LINIYASIDAGI OZUQA ARALASHTIRGICH
QURILMASINING PARAMETRLARI VA ISH REJIMLARINI ASOSLASH**

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

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

Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.1.PHD/T3741 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasi kengashtexnika@tdmau.uz va «ZiyoNet» Axborot ta'lim portalida (www.ziynet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Borotov Atxam Nurmuxammadovich
texnika fanlari falsafa doktori (PhD), dotsent

Rasmiy opponentlar:

Eshdavlatov Eshpulat Uzakovich
texnika fanlari doktori (DSc), dotsent

Karimov Yoqub Ziyodullayevich
texnika fanlari nomzodi, dotsent

Yetakchi tashkilot:

**Qishloq xo'jaligi texnikasi va texnologiyalarini
sertifikatlash va sinash markazi**

Dissertatsiya himoyasi Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti huzuridagi PhD.03/2025.27.12.T.14.02 raqamli kengashning 2026-yil "10"- oktabr soat 10:00 dagi majlisida bo'lib o'tadi (Manzil: 190100, Termiz shahri, Islom Karimov ko'chasi 288a-uy. Tel.: (99876) 221-87-20; e-mail: info@tdmau.uz)

Dissertatsiya bilan Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (08- raqam bilan ro'yxatga olingan). (Manzil: 190100, Termiz shahri, "Islom Karimov" ko'chasi 288a-uy. Tel.: (99876) 221-87-20; e-mail: info@tdmau.uz)

Dissertatsiya avtoreferati 2026-yil "26" sentabrda tarqatildi.
(2026 yil "16"- iyundagi 08- raqamli reyestr bayonnomasi).



M.K.Urozov

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

B.E.Qarshiyev

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash kotibi,
texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent

F.U.Karshiyev

Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash
huzuridagi ilmiy seminar raisi,
texnika fanlari doktori, dotsent

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda chorvachilik, parrandachilik va baliqchilik uchun energiya va resurstejamkor ozuqa tayyorlash texnologiyasi va texnika vositalarini qo'llash yetakchi o'rinlardan birini egallamoqda. «Dunyo miqyosida 32 mlrd. dan ko'proq parrandalar, 1,3 mlrd. dan ko'proq qo'ylar va 1,6 mlrd. ga yaqin yirik shoxli mollar mavjud bo'lib, ularning tarkibida turli xil ozuqa va qo'shimchalar aralashmasini o'zida jamlagan to'la qiymatli granulalangan ozuqalar bilan oziqlantirish eng samarali ekanligini hisobga olsak»¹, ozuqalarni aralashtirishda ish sifatini oshirish hamda resurslarni tejash uchun kam metall va energiya sarfiga ega ozuqa aralashtirgichlarni amaliyotga keng joriy etishni taqozo etadi. Shu jihatdan, granulalangan ozuqalar ishlab chiqarish liniyalarida konsentrlangan ozuqalar va boshqa qo'shimchalarni talab etilgan darajada bir xil tarkibli qilib aralashtirib beradigan qurilmalarni keng joriy etish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Jahonda turli xil konsentrlangan ozuqalarni vitaminlar va ozuqa qo'shimchalari bilan aralashtirib, ulardan granulalangan ozuqalar tayyorlashning resurstejamkor texnologiyalari va ularni amalga oshiradigan texnika vositalarining yangi ilmiy-texnikaviy yechimlarini ishlab chiqishga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Bu borada, jumladan, ozuqalar, vitaminlar va qo'shimchalarni dastlab ma'lum bir miqdorda o'lchab olib, so'ngra ularni aralashtirish orqali tayyorlanayotgan granulalangan ozuqalarning tarkibini bir xillashtirish va sifatini oshirish hamda energiya va resurslarni tejash imkonini beradigan aralashtirish qurilmalarini yaratishga alohida e'tibor berilmoqda. Shu jihatdan dastlab konsentrlangan ozuqalarni vitaminlar va ozuqa qo'shimchalari bilan jadal aralashtirib, so'ngra belgilangan me'yorda suv qo'shib, namligini talab darajasiga keltirib oladigan aralashtirish qurilmasini ishlab chiqish, uning texnologik ish jarayoni hamda ishchi qismlarining parametrlarini asoslash dolzarb hisoblanadi.

O'zbekistonda chorva mollari, baliq va parrandalar uchun ozuqaviy qiymati yuqori bo'lgan granulalangan ozuqalarni ishlab chiqarishda turli xil ozuqa komponentlarini bir xil aralashtirish imkonini beradigan energiya va resurstejamkor aralashtirish qurilmalarini yaratish orqali ularning moddiy texnika bazasini mustahkamlash hamda yuqori samaradorlikka ega texnika va texnologiyalarni ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2022-2026 yillarda O'zbekiston Respublikasini rivojlantirishning yangi taraqqiyot strategiyasida, jumladan «qishloq xo'jaligini ilmiy asosda intensiv rivojlantirish orqali dehqon va fermerlar daromadini kamida 2 baravar oshirish, qishloq xo'jaligining yillik o'sishini kamida 5 foizga yetkazish»² vazifalari belgilab berilgan. Ushbu vazifalarni amalga oshirishda xo'jaliklar uchun granulalangan ozuqalar ishlab chiqaradigan liniyalarga ozuqalar va ozuqa qo'shimchalarini bir xil aralashtirib berishni ta'minlaydigan

¹ <http://www.nrcs.usda.gov>;

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi [Farmoni](#)

qurilmalarni ishlab chiqish muhim vazifalardan hisoblanadi.

Ushbu dissertatsiya tadqiqoti O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022 – 2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60-son va 2024-yil 16-fevraldagi “O‘zbekiston Respublikasida oziq-ovqat xavfsizligini ta‘minlashning qo‘shimcha chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PF-36-son farmonlari, 2022-yil 8-fevraldagi “Chorvachilikni yanada rivojlantirish va chorva ozuqa bazasini mustahkamlash chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-121-son, 2025-yil 30-yanvardagi “Chorvachilik va parrandachilikni qo‘llab-quvvatlash, sohada yuqori qo‘shilgan qiymat yaratish bo‘yicha qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi PQ-34-son va 2024-yil 12-dekabrda “Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash darajasini yanada oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi PQ-431-son qarorlari hamda mazkur sohaga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining II. «Energetika, energiya va resurstejamkorlik» ustuvor yo‘nalishi doirasida bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmasini yaratish, aralashtirish usullari, ularning ish rejimlarini tadqiq etish va parametrlarini asoslash bo‘yicha xorijda S.A. Lazutkina, M.R. Minnibaev, A.T. Lebedev, A.V. Zaxarin, R.M. Iskakov, Yu.A. Povoloskiy, M.Yu. Zbarskiy, V.V. Matyushev, A.V. Semenov, B.L. Ivanov, A.I. Rudakov, V.A. Semenov, N.P. Maruk, Ya.S. Opman va boshqa olimlar tomonidan ishlar olib borilgan.

Respublikada ozuqa aralashtirish qurilmasi, aralashtirish usullari, ularning ish rejimlarini tadqiq etish va parametrlari E. Eshdavlatov, F. Qarshiyev, D. Xudoynazarov, A. Borotov va boshqalar tomonidan ilmiy-tadqiqotlar olib borilgan.

Bu tadqiqotlarda chorvachilik fermalarining ozuqa sexlarida ozuqa aralashmasini oqimli usulda tayyorlash uchun texnologik jarayonning uzluksizligi, aralashtirish jarayonida issiqlik va suyuqlik kiritish bilan ishlov beradigan uzluksiz ishlaydigan aralashtirish qurilmasi parametrlarini asoslash ishlari amalga oshirilgan bo‘lib, dehqon (shaxsiy yordamchi) yoki oilaviy chorvachilik xo‘jaliklarini qanoatlantiradigan, ish sifati bo‘yicha esa mavjud katta o‘lchamli qurilmalardan qolishmaydigan kichik o‘lchamdagi granulalash liniyalari va ular uchun ozuqa aralashtirish qurilmasini ishlab chiqish va uning belgilangan talablar darajasidagi ish sifatini ta‘minlab beradigan parametrlari va ish rejimlarini asoslash bo‘yicha tadqiqot ishlari olib borilmagan.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta‘lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universitetining 2024-yil ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining №1 “Granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmasining parametrlari va ish rejimlarini asoslash” mavzusidagi topshirig‘i doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi ish unumi va energiya sarfi dehqon (shaxsiy yordamchi) yoki oilaviy chorvachilik xo‘jaliklarini qanoatlantiradigan kichik o‘lchamdagi granulalash liniyasi uchun ozuqa aralashtirgich qurilmasini ishlab chiqish, uning parametrlari va ish rejimlarini asoslashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmalariga oid mavjud ilmiy va texnikaviy ma’lumotlar hamda aralashtiriladigan ozuqalarning fizik-mexanik xossalarini tadqiq etish;

granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirish qurilmasining parametrlari va ish rejimlarini nazariy tadqiq qilish;

granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmasining konstruksiyasini ishlab chiqish;

granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmasi ishchi qismlarining maqbul parametrlari va rejimlarini nazariy va tajribaviy aniqlash;

granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmasini ozuqalarni aralashtirishda sinab ko‘rish va uning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini aniqlash.

Tadqiqotning ob’yekti kepak, maydalangan bug‘doy doni, maydalangan makka doni va maydalangan arpa ozuqalarini kiritish qismi, qurilma ishchi qismlarining texnologik ish jarayoni, uning ozuqalarni aralashtirish bir xilligini ta’minlash, suyuq komponentlarni kiritish orqali ozuqalarning namlanish darajasining bir xilligini ta’minlash va aralashgan ozuqalarni to‘kish qismlari olingan.

Tadqiqotning predmeti granulalash liniyasi uchun ozuqalarni sifatli aralashtirish va namlanish darajasining bir xilligini ta’minlash, qurilma ishchi qismlarida ozuqalarning o‘zaro ta’sirlashish jarayonini ifodalovchi analitik bog‘lanishlar, ishchi qismlar parametrlari va ish rejimlariga bog‘liq ravishda qurilma ish ko‘rsatkichlarining o‘zgarish tavsifi tashkil etadi.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot jarayonida matematik tahlil, nazariy mexanika, matematik statistikaning qonun va qoidalari qo‘llanilgan hamda tajribalarni o‘tkazish uchun mavjud me’yoriy hujjatlar OST 70.32.2-83 “Qishloq xo‘jaligi texnikalarini sinash. Ozuqa tayyorlash uchun mashina va qurilmalar. Sinash dasturi va usullari”, GOST 24057-88 «Qishloq xo‘jaligi texnikasi. Maxsus va universal mashinalar hamda mashinalar kompleksini sinash bosqichida ularni ekspluatatsiyaviy-texnologik baholash usullari», GOST R ISO 11448-2002 Alohida yuritmal ko‘chma ozuqa tayyorlash qurilmalari “Xavfsizlik talablari va sinash usullari”da belgilangan usullardan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

dastlab turli xil konsentrlangan ozuqalarni vitaminlar va ozuqa qo‘shimchalari bilan jadal aralashtirib, so‘ngra belgilangan me’yorda suv qo‘shib, yana aralashtirib namligini talab darajasiga keltirib oladigan aralashtirgich qurilmasining konstruksiyasi ishlab chiqilgan;

ozuqa aralashtirish qurilmasi ishchi kamerasing hajmi uning bir-biridan farq qiladigan yuqori va pastki qismlari hajmi hamda ishchi kamera ichida joylashgan kurakchali valning hajmini hisobga olgan holda qurilmaning belgilangan ish unumini ta'minlashdan kelib chiqib aniqlangan;

qurilmadagi aralashtirish kurakchalarining joylashish shakli va aylanishlar soni ozuqa komponentlarini markazdan kurakchalar uchi tomon va aralashtirish kamerasi yon tomonidan markazga tomon jadal ravishda siljitib borish orqali bir tarkibli aralashma olish shartidan asoslangan;

aralashtirish qurilmasida ozuqaga suv purkash vaqti davomiyligi va miqdori aralashtirilayotgan ozuqaning namligi va dispers tarkibi bir xil bo'lishini hisobga olgan holda maqbul miqdordagi purkash uchliklari soni va ularning joylashish o'rnini aniqlash asosida asoslangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

kichik fermer va dehqon xo'jaliklari uchun granulali ozuqalarni tayyorlashda ozuqa komponentlarini sifatli aralashtirish, aralashtirish jarayonida ozuqalarning namlanish darajasining bir xilligini ta'minlash jarayoni yagona kamerada mujassamlashgan ixcham konstruksiyali qurilma ishlab chiqilgan;

ozuqa komponentlarini kam sarf xarajatlar bilan sifatli aralashtirish hisobiga foydalanish xarajatlari va mehnat sarfi kamayishi ta'minlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi izlanishlarning zamonaviy usul va o'lchash vositalaridan foydalangan holda o'tkazilganligi, qurilma ishchi qismlarining parametrlarini nazariy jihatdan asoslash oliy matematika va nazariy mexikaning qoida va usullari asosida amalga oshirilganligi, bajarilgan tadqiqotlar asosida granulali ozuqalarni tayyorlashda ozuqa komponentlarini sifatli aralashtirish va aralashtirish jarayonida ozuqalarning namlanish darajasining bir xilligini ta'minlash qurilma sinovlarining ijobiy natijalari va amaliyotga joriy etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati granulali ozuqalarni tayyorlashda ozuqa komponentlarini sifatli aralashtirish va aralashtirish jarayonida ozuqalarning namlanish darajasining bir xilligini ta'minlash qurilma ish sifat ko'rsatkichlarini uning ishchi qismlari parametrlariga bog'liqligini ifodalovchi analitik bog'lanishlar va empirik ifodalar aralashtirish qurilmasi ishchi qismlariga doir mavjud bilimlarni boyitadi va shunga o'xshash qurilmalardan samarali foydalanish yo'llarini tadqiq etishda nazariy asos bo'lib xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati ishlab chiqilgan qurilmadan foydalanilganda granulali ozuqalarni tayyorlashda ozuqa komponentlarini sifatli aralashtirish va aralashtirish jarayonida ozuqalarning namlanish darajasining bir xilligini ta'minlashi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. Granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirish qurilmasi parametrlari va ish rejimlarini asoslash bo'yicha olingan

natijalar asosida:

ish jarayonida dastlab turli xil konsentrlangan ozuqalarni vitaminlar va ozuqa qo'shimchalari bilan jadal aralashtirib, so'ngra belgilangan me'yorda suv qo'shib, namligini talab darajasiga keltirib oladigan aralashtirgich qurilma konstruksiyasiga O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi "Intellectual mulk markazi" davlat muassasasining foydali modelga patenti olingan ("Ozuqa aralashtirgich" FAP №2958–2026y). Natijada granulalangan ozuqa ishlab chiqarishda ozuqa komponentlarini bir-biri bilan bir xil tarkibda aralashtirib beradigan qurilmaning konstruksiyasini ishlab chiqish imkoni yaratilgan;

granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirish qurilmasi Surxondaryo viloyati Qumqo'rg'on, Jarqo'rg'on va Termiz tumanlari fermer xo'jaliklarida joriy etilgan (Qishloq xo'jaligi vazirligi huzuridagi bilim va innovatsiyalar markazining 2025-yil 30-maydagi 05/04-04-288-son ma'lumotnomasi). Natijada granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirish qurilmasida ozuqalarni aralashtirish bir xilligini 95 %, namlanish darajasini esa kamida 90 % bo'lishini ta'minlashga erishilgan;

granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirish qurilmasi bo'yicha loyiha konstruktorlik hujjatlari (texnik topshiriq va chizmalar) "AGRIXIM" MCHJda loyihalash jarayoniga joriy etilgan (Qishloq xo'jaligi vazirligi huzuridagi bilim va innovatsiyalar markazining 2025-yil 30-maydagi 05/04-04-288-son ma'lumotnomasi). Natijada granulalash liniyalari uchun energiya va resurstejamkor ozuqa aralashtirish qurilmasini ishlab chiqarish imkoniyati yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqotning natijalari 12 ta, jumladan respublika jurnallarida 4 ta, xorijiy jurnallarda 2 ta, 2 ta xalqaro va 4 ta respublika ilmiy–amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 12 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan, O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalarning asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 6 ta maqola, jumladan, 4 tasi respublika va 2 tasi xorijiy jurnalda nashr etilgan hamda O'zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi huzuridagi "Intellectual mulk markazi" davlat muassasasining FAP 2958 raqamli foydali modelga patenti olingan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, to'rtta bob, umumiy xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 112 betni tashkil etgan.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

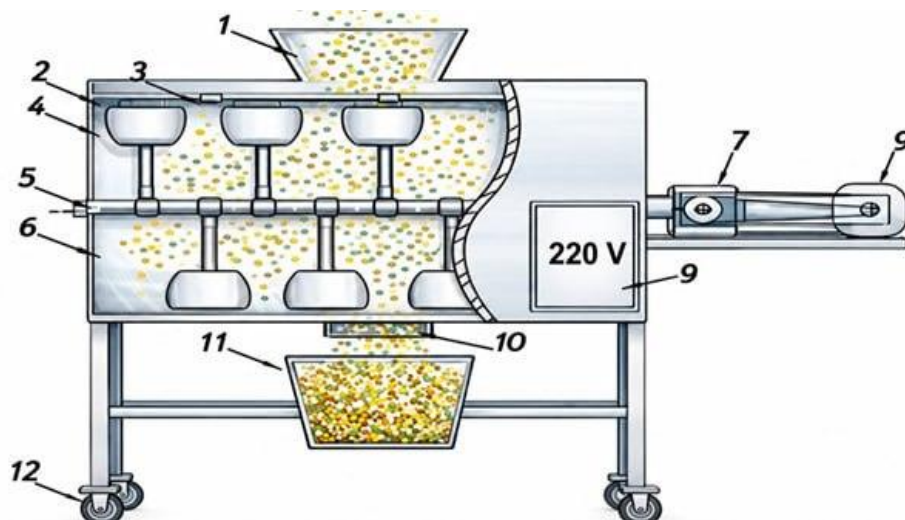
Kirish qismida o'tkazilgan tadqiqotlarning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqot maqsadi va vazifalari, ob'yekti va predmeti tavsiflangan, mavzuning respublika fan va texnologiyalari taraqqiyotining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan

natijalarning nazariy va amaliy ahamiyati yoritilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etilganligi, ishning aprobatsiya natijalari, e'lon qilingan ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Masalaning holati, tadqiqot maqsadi va vazifalari”** deb nomlangan birinchi bobida jahonda va O'zbekistonda parrandachilik va chorvachilikning rivojlanishi, granulalangan ozuqalar tayyorlashda ozuqalarni sifatli aralashtirishning ahamiyati, ozuqalarni aralashtirishda qo'llaniladigan qurilmalarning tuzilishi va texnologik ish jarayonlarining tahlili, aralashtirgich qurilmalarining sinflanishi, ozuqalarni aralashtirish jarayoni va ular bo'yicha olib borilgan tadqiqot ishlari tahlili, aralashtiriladigan ozuqalarning fizik-mexanik xossalarini o'rganish, tadqiqot maqsadi va vazifalari asoslangan.

Dissertatsiyaning **“Ozuqa aralashtirgich qurilmasining parametrlari va ish rejimlarini nazariy tadqiq qilish”** deb nomlangan ikkinchi bobida ozuqa aralashtirgich qurilmaning texnologik jarayoni, aralashtirgichning kurakchalar balandligi, kamera diametri, kurakcha mahkamlangan valning uzunligi, valning aylanishlar soni, kurakchalar soni va qurilmaning ish unumini nazariy asoslash to'g'risida ma'lumotlar keltirilgan.

Dastlab ozuqa aralashtirgich qurilmalarining konstruksiyasi va texnologik ish jarayoni, ularni tadqiq etish bo'yicha o'tkazilgan tadqiqotlar hamda ozuqalarning tarkibiy tuzilishini o'rganish asosida kichik xo'jaliklar uchun ixcham variantdagi yengil konstruksiyaga ega ozuqa aralashtirgich qurilmasi ishlab chiqildi (1-rasm).



1-ozuqa kiritish tuynugi; 2-suv sepish tizimi; 3-suv purkagich; 4-kurakchali ishchi organ; 5-val; 6-aralashtirish kamerasi; 7-reduktor; 8-elektrodvigatel; 9-boshqaruv qutisi; 10-ozuqani bo'shatish tuynugi; 11-aralashgan ozuqani solish idishi; 12-aralashtirgich g'ildiragi

1-rasm. Ozuqa aralashtirish qurilmasining texnologik sxemasi

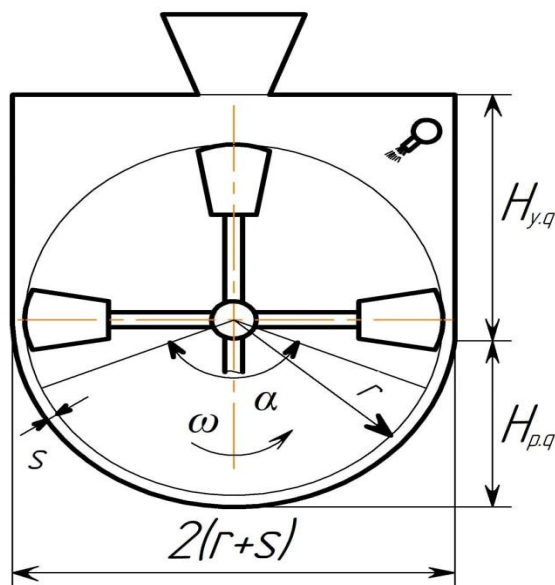
Aralashtirgichning hajmini aniqlashning nazariy asoslari. Granulalash liniyasida qo'llaniladigan ozuqa aralashtirgich qurilmasining asosiy konstruktiv va texnologik parametrlaridan biri uning umumiy ishchi hajmi hisoblanadi. Aralashtirgich hajmini to'g'ri aniqlash qurilmaning ishlab chiqarish unumdorligi, aralashtirish sifati hamda energiya sarfiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli aralashtirgichning

geometrik o'lchamlari va ishchi organlar joylashuvi asosida uning umumiy hajmini aniqlash muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Aralashtirgichning umumiy hajmi qurilmaning pastki va yuqori qismlari hajmlarining yig'indisidan iborat bo'lib, quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$V_{um} = \left[L_{a.k.} \left(\frac{\pi(r_k + s)}{360^0} \right) \alpha + L_{a.k.} H_{y.q.} B_{a.k.} \right] - V_{i.q.}, \quad (1)$$

bunda $L_{a.k.}$ – aralashtirgich kamerasi uzunligi, m; r_k – kurakchali val radiusi, m; s – kurakcha va korpus orasidagi tirqish, m; α – markaziy burchak, gradus; $B_{a.k.}$ – ishchi kameraning eni, m; $H_{y.q.}$ – aralashtirish kamerasi yuqori qismining balandligi, m; $V_{i.q.}$ – ishchi organ egallagan hajm, m³.



2-rasm. Aralashtirgichning umumiy hajmini aniqlashga oid geometrik sxema

Mazkur hajmlar aralashtirgich korpusining geometrik shakli, radiusi, uzunligi hamda ishchi kameraning to'lish darajasiga bog'liq holda aniqlanadi. Qurilmaning pastki qismi odatda yarim silindrsimon shaklda bo'lib, aynan shu hududda ozuqa massasi asosiy aralashtirish jarayoniga uchraydi. Shu sababli pastki qism hajmini aniqlashda markaziy burchak, radius va faol qatlam balandligi kabi parametrlar hisobga olindi.

Tajriba va konstruktiv talablar asosida aralashtirgich parametrlari quyidagicha qabul qilindi:

$L_{ak} = 1,05$ m, $r_k = 0,3$ m, $s = 0,015$ m, $\alpha = 120^0$, $B_{ak} = 0,65$ m, $V_{i.o} = 0,01$ m³.

Hisob-kitob natijalariga ko'ra aralashtirgichning umumiy foydali ishchi hajmi:

$$V_{um} = 0,450 \text{ m}^3$$

ni tashkil etadi. Ushbu hajm ozuqa komponentlarini bir me'yorda va samarali aralashtirishni ta'minlaydi hamda qurilmaning barqaror ish rejimida faoliyat ko'rsatishi uchun yetarli hisoblanadi.

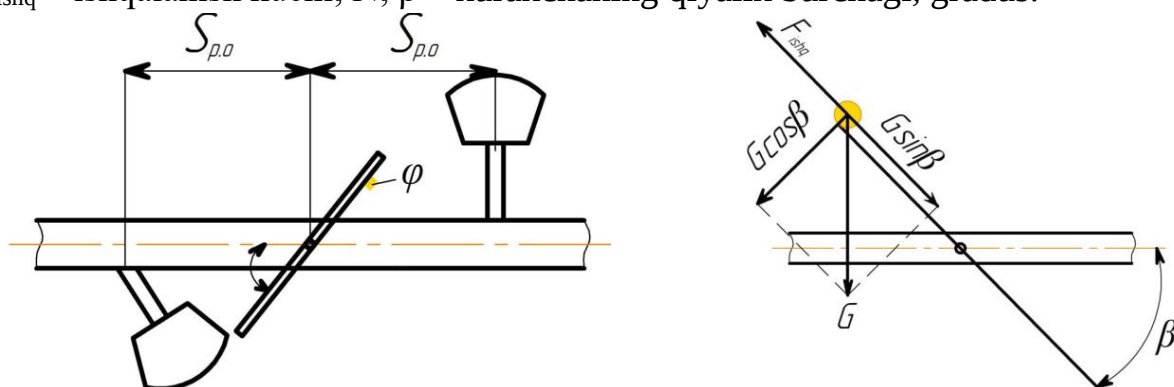
Aralashtirgich kurakchalarining o'rnatilish burchagini aniqlash.

Granulalash liniyasida presslangan dag'al ozuqalarni aralashtirgich ishchi kamerasiga uzatish jarayoni texnologik tizimning muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. Uzatish jarayonining barqarorligi ko'p jihatdan uzatish novining qiyalik burchagiga bog'liq bo'ladi. Agar novning qiyaligi yetarli darajada tanlanmasa, ozuqa massasi harakati sekinlashadi, tiqilib qolish holatlari yuzaga keladi va qurilmaning ish unumdorligi pasayadi. Shu sababli uzatish novining qiyalik burchagini nazariy jihatdan asoslash ozuqa harakatining kinematik va dinamik qonuniyatlari asosida amalga oshiriladi.

Ozuqa zarrachasining kurakcha bo'ylab harakatlanish tenglamasi quyidagi ko'rinishda ifodalanadi:

$$ma = G \sin \beta - F_{ishq}, \quad (2)$$

bunda m – ozuqa massasi, kg; a – harakat tezlanishi, m/s^2 ; G – og'irlik kuchi, N; F_{ishq} – ishqalanish kuchi, N; β – kurakchaning qiyalik burchagi, gradus.



3-rasm. Kurakchali aralashtirgich ishchi organining geometrik joylashish sxemasi

Ozuqaning kurakcha bo'ylab siljish sharti

$$G \sin \beta \geq f G \cos \beta \quad \text{yoki} \quad \sin \beta \geq f \cos \beta, \quad (3)$$

bunda f – ishqalanish koeffitsiyenti.

Bunda

$$\frac{\sin \beta}{\cos \beta} \geq f \quad \text{yoki} \quad \tan \beta \geq f$$

(φ_{ishq} - ozuqa xom-ashyosining ishqalanish burchagi) ekanligidan

$$\tan \beta \geq \tan \varphi_{ishq} \quad (4)$$

yoki

$$\beta \text{ f } \varphi_{ishq} \quad (5)$$

Ozuqa xom-ashyosining ishqalanish burchagi $38 - 44^\circ$ oralig'ida ekanligini hisobga olsak, u holda aralashtirgich kurakchalarining qiyalik burchagi $\beta=45^\circ$ yoki undan katta bo'lishi kerak, ya'ni $\beta \geq 45^\circ$ qabul qilamiz.

Ozuqa zarrachalarining kurakcha bo'ylab faol harakatini nazariy asoslash. Aralashtiriladigan ozuqa zarralarining kurakcha sirtiga nisbatan tinch holati tenglamasi quyidagichadir:

$$G \sin \gamma + F_m \cos \gamma = F_{ishq} \cos \gamma \quad (6)$$

yoki

$$mg \sin \gamma + m\omega^2 r_k \cos \gamma = fmg \cos \gamma \quad (7)$$

bunda $G = mg$ – zarrachaning og'irlik kuchi, N;

F_m – zarrachaga ta'sir etuvchi markazdan qochma kuch, N;

$F_{ishq} = fmg$ – ishqalanish kuchi, N;

γ – kurakchanning aylana bo'ylab joylashish burchagi, grad;

ω – zarrachaning kurakcha bo'ylab harakati burchak tezligi, rad/s.

Bundan quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\tan \gamma + \frac{\omega^2 r_k}{g} = f \quad (8)$$

Quyidagi shart bajarilsa aralashtiriladigan ozuqa zarralari kurakcha ta'sirida faol harakat qilib yaxshi aralashishi ta'minlanadi

$$\tan \gamma + \frac{\omega^2 r_k}{g} \geq f \quad (9)$$

Ikkinchi tomondan

$$\frac{\omega^2 r_k}{g} \geq \frac{\sin(\gamma + \varphi_{ishq})}{\cos \varphi_{ishq}} \quad (10)$$

Kurakcha uchidagi tezlikni va ozuqalarning kurakcha sirtidagi muvozanatni aniqlash shuni ko'rsatdiki, ozuqa aralashtirgichlari uchun nazariy jihatdan eng maqbul chiziqli tezlik (periferik) $[V_{chek}] = 1,5 \div 2,0$ m/s hisoblanadi. Biz tanlagan 50 ayl/min tezlikda 1,57 m/s to'g'ri keladi.

Bunda kurakcha uchidagi tezlik 1,57 m/s, kurakchali valning aylanish radiusi 0,30 m, kurakchanning o'rnatilish burchagi 45° , φ_{ishq} - ozuqaning po'latga ishqalanish burchagi o'rtacha $35,75^\circ$ bo'lsa, hisoblashlarga ko'ra

$$1,57 \leq 1,216$$

Bu shuni anglatadiki, $n=50$ ayl/min tezlikda markazdan qochma kuch ozuqani bunker devorlariga yopishtirib tashlamaydi. Ozuqa kurakcha ustiga sirpanib, erkin to'kilib harakatlanadi va yaxshi aralashish sifatini ta'minlaydi.

Ozuqa aralashtirgichning soatlik ish unumdorligi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$Q = \frac{60V_{um}\rho_o\xi}{t_{davr}} \quad (11)$$

bunda V_{um} – aralashtirgichning umumiy hajmi, m^3 , ((1) ifoda bo'yicha aniqlanadi); ρ_o – ozuqa aralashmasining hajmiy zichligi, kg/m^3 ; ξ – aralashtirish kamerasining ozuqa bilan to'lish koeffitsiyenti; t_{davr} -bir martalik aralashtirish siklining umumiy davomiyligi, s.

Agar aralashtirgichning umumiy hajmi $V_{um}=0,450 m^3$, ozuqa aralashmasining hajmiy zichligi o'rtacha $\rho_o=330 kg/m^3$, aralashtirish kamerasining ozuqa bilan to'lish koeffitsiyenti $\xi=0,5$, bir martalik aralashtirish siklining umumiy davomiyligi, $t_{davr}=15$ daqiqa bo'lsa, ozuqa aralashtirgichning soatlik ish unumi $Q=238 kg/h$ ekanligi aniqlandi.

Kurakchalar mahkamlangan valning aylanishlar sonini asoslash.

Ozuqalarni aralashtirish qurilmasining texnologik ish jarayonida aralashtirish kamerasiga kurakchalar mahkamlanib o'rnatilgan valning aylanishlar soni kam bo'lishi ozuqalarni kurakchalar tomonidan to'liq aralashtirmasligiga olib kelsa, aylanishlar sonining ko'p bo'lishi, texnologik jarayonning buzilishiga olib kelib, harakatni uzatadigan elektr dvigatelga tushayotgan yuklamani ortiradi va tarmoqdan oladigan quvvatini oshirib, aralashtirilgan ozuqalarning tannarxining ko'tarilishiga olib keladi.

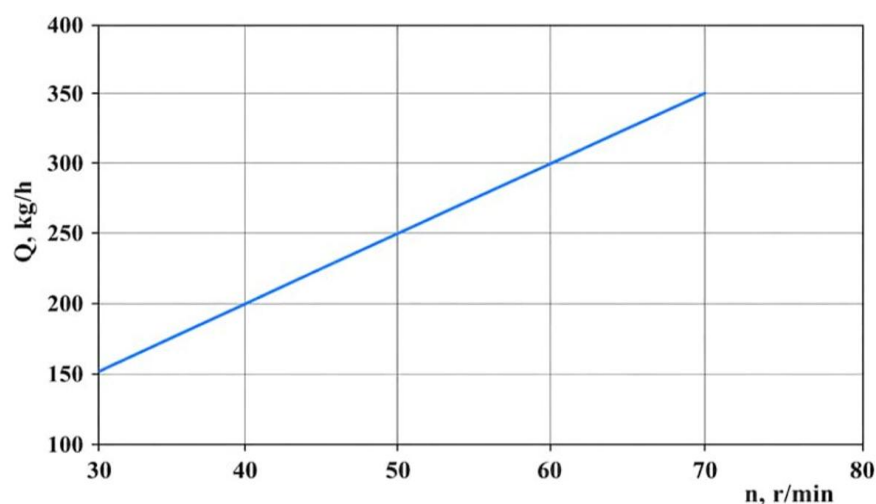
Shuning uchun kurakchalar mahkamlangan valning aylanishlar sonini asoslash uchun quyidagi ifodadan foydalanamiz:

$$n = \frac{30QS_y}{\pi r_k V_{um} \rho_o \xi}, \quad (12)$$

bunda Q – qurilmaning ish unumi, $kg/soat$; ξ – kurakchalarni ozuqalar bilan to'lish koeffitsiyenti; S_y – kurakcha bosib o'tgan yoy uzunligi, m.

(12) ifodadan kurakchali valning aylanishlar soni va aralashtirgichning ish unumi orasidagi bog'lanishni ko'rib chiqamiz. Buning uchun $r_k=0,3 m$; $V_{um}=0,45 m^3$, $\rho_o = 330 kg/m^3$ va $\xi=0,5-0,6$ tashkil etganda ish unumining valning aylanishlar soniga bog'liq ravishda o'zgarish grafigini quramiz.

4-rasmda kurakchali valning har xil aylanishlar sonida qurilmaning ish unumining o'zgarish grafigi tasvirlangan.

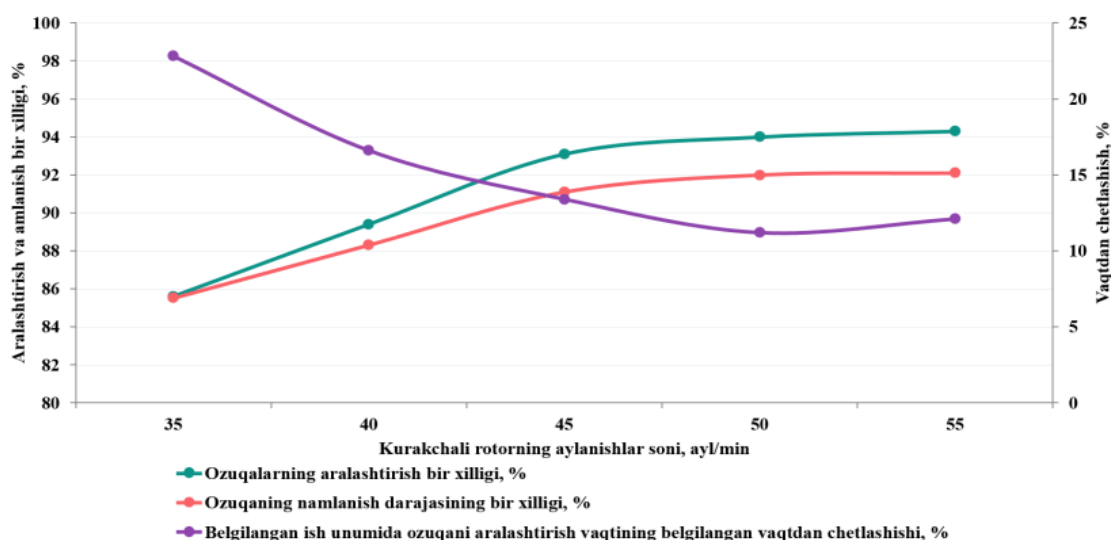


4-rasm. Qurilmaning ish unumi (Q)ning kurakchali valning aylanishlar soni (n)ga bog'liq ravishda o'zgarish grafigi

4-rasmda tasvirlangan bog'lanish grafiklarining tahlili shuni ko'rsatadiki, ozuqalarni aralashtirish qurilmasi belgilangan texnologik jarayonni samarali va sifatli ta'minlashi uchun qurilmaning ish unumi 250 kg/h atrofida bo'lishi uchun kurakchali valning aylanishlar soni 50 r/min atrofida qabul qilish maqsadga muvofiq bo'lar ekan. Shuning uchun keyingi ilmiy-tadqiqot ishlarini bajarishda valning aylanishlar sonini 50 r/min atrofida qabul qilish yetarli bo'ladi.

Dissertatsiyaning “**Aralashtirgich qurilma ishchi qismlarining parametrlari va ish rejimlarini tajribaviy tadqiq etish**” deb nomlangan uchinchi bobida aralashtirgich qurilma ishchi qismlarining parametrlari va ish rejimlarini tajribaviy tadqiq etish natijalari keltirilgan.

Aralashtirish qurilmasida kurakchali rotorning aylanishlar sonini tajribaviy tadqiq etish. Kurakchali rotorning aylanishlar soni 45 r/min dan oshganidan so'ng aralashtirish qurilmasining ish sifati barcha ko'rsatkichlar bo'yicha belgilangan talablarni qanoatlantiradi (5-rasm).



5-rasm. Aralashtirish qurilmasida kurakchali rotorning aylanishlar sonining ozuqani aralashtirish sifatiga ta'siri

Aralashtirish qurilmasi rotorining umumiy uzunligini tajribaviy tadqiq etish. Ushbu tajriba natijalarining o'rtacha qiymatlariga ko'ra qurilmaning talab darajasidagi ish ko'rsatkichlariga rotorning umumiy uzunligi 1000 mm va 1100 mm bo'lganda erishiladi. Ammo tajribalar davomida rotor uzunligi 1000 mm bo'lganda ayrim tajribalarda ozuqaning aralashtirish bir xilligi 90 % dan past bo'lganligini hisobga olsak, barcha ish sifat ko'rsatkichlari bo'yicha barqaror ko'rsatkichlarga rotorning umumiy uzunligi 1100 mm bo'lganda erishiladi. Shu sababli aralashtirgich qurilmada rotorning umumiy uzunligi 1100 mm bo'lishi tavsiya etiladi.

Aralashtirish qurilmasi kurakchalari enini tajribaviy tadqiq etish. O'tkazilgan tajribalarning umumiy tahliliga ko'ra, ozuqani aralashtirish bir xilligi, ozuqani namlantirishning bir xilligi va ozuqani aralashtirish vaqtining belgilangan vaqtdan chetlashishi bo'yicha ko'rsatkichlarning barqaror qiymatlari aralashtirgich kurakchalarining eni 160 mm bo'lganda ta'minlanadi. Shu sababli qurilmada aralashtirgich kurakchalari enini 160 mm qilib olish tavsiya etiladi.

Aralashtirish qurilmasi kurakchalari balandligini tajribaviy tadqiq etish. Olib borilgan tajribaviy tadqiqotlar shuni ko'rsatdiki, kurakchalar balandligi 100 mm bo'lganda ozuqalarni aralashtirish bir xilligi 86,7 % bo'lgan bo'lsa, 10 mm ga ortib 110 mm bo'lganda 1,8 % ga yaxshilanib 88,5 % ga, 120 mm bo'lganda 92,3 % ga yetdi. Kurakchalar balandligi 130 mm bo'lganda esa aralashtirish bir xilligi 93,8 % ni tashkil etgan bo'lsa, 140 mm bo'lganda esa 94,2 % ni tashkil etib, o'zgarish bor-yo'g'i 0,4 % ni tashkil etdi.

Kurakchalar balandligi 100 mm bo'lganda ozuqaning namlanish darajasining bir xilligi 85,2 % ni, 110 mm bo'lganda 87,4 % ni tashkil etib talablarga javob bermadi. 120 mm bo'lganda 91,6 % ni, 130 va 140 mm bo'lganda 92,7 % va 93,4 % ni tashkil etgani holda belgilangan talablarga javob bergan bo'lsa-da, ammo namlanish darajasining bir xilligidagi o'zgarish 1,1 % va 1,8 % larni tashkil etib, uncha katta bo'lmadi.

Ozuqani aralashtirish vaqtining belgilangan vaqtdan chetlashishi esa kurakchalarning balandligi 100 mm va 110 mm bo'lganda kattaroq bo'lgan bo'lsa (24,9 % va 21,3 %), kurakchalarning balandligi 120 mm va undan keyingi 130 mm va 140 mm bo'lgan holatlarda 14,8 % dan 12,4 % va 11,6 % ga pasayib, belgilangan talablarni to'liq qanoatlantirishi ma'lum bo'ldi.

Yuqoridagilarga ko'ra, kurakchalarning balandligi 120 mm bo'lganda aralashtirish sifat ko'rsatkichlarini yuqori darajada ta'minlashga erishiladi.

Aralashtirish qurilmasidagi kurakchalar sonini tajribaviy tadqiq etish. Ushbu tadqiqotda kurakchalar soni 4, 6, 8, 10 va 12 dona qilib o'zgartirilib, har bir holatda olingan aralashmalar sifat ko'rsatkichlari aniqlandi (jadvalga qarang).

Aralashtirish qurilmasida kurakchalar soniga bog‘liq holda ozuqani aralashtirish sifatining o‘zgarishi

№	Tayyorlangan ozuqaning fraksiyalar bo‘yicha tarkibi	Kurakchalar soni, dona				
		4	6	8	10	12
1	Ozuqalarning aralashtirish bir xilligi, %	82,9	84,7	92,6	93,1	93,6
2	Ozuqaning namlanish darajasining bir xilligi, %	76,3	85,0	92,2	93,2	93,5
3	Belgilangan ish unumida ozuqani aralashtirish vaqtining belgilangan vaqtdan chetlashishi, %	28,4	21,3	14,1	13,5	12,0

Tajriba natijalaridan ko‘rinib turibdiki, kurakchalar soni 4 dona bo‘lgan holatda ozuqaning aralashtirish bir xilligi 82,9 % ni tashkil etgan bo‘lsa, bu ko‘rsatkich 12 dona kurakchada 93,6 % ga yetdi. Bu esa kurakchalar soni ortishi bilan ozuqa aralashmasining bir xilligi yaxshilanishini ko‘rsatadi. Ozuqa aralashtirish qurilmasida kurakchalar sonini 8 dona qilib tanlash, texnik-iqtisodiy va texnologik jihatdan eng maqbul yechim sifatida taklif etiladi.

Rotor kurakchalari va aralashtirish kamerasi devori orasidagi tirqishni tajribaviy tadqiq etish. Tirqish 5 mm, 10 mm va 15 mm bo‘lganda bu ko‘rsatkich mos ravishda 13,4 %, 14,2 % va 15,4 % ni tashkil etib belgilangan talablarga to‘liq javob bergan bo‘lsa, 20 mm va 25 mm bo‘lganda 20,8 % va 23,1 % ni tashkil etib talab darajasidan past bo‘lishi aniqlandi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, rotor kurakchalari va aralashtirish kamerasi orasidagi tirqishning 10-15 mm oralig‘ida bo‘lishi maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Aralashtirish qurilmasi kurakchalarining o‘rnatilish burchagini tajribaviy tadqiq etish. Ozuqani aralashtirish vaqtining belgilangan vaqtdan chetlashishi esa kurakchalarning o‘rnatilish burchagi 35° dan 45° gacha oshirilganda 22,6 % dan 18,7 % so‘ngra esa 11,6 % gacha pasaygan bo‘lsa, kurakchalarning o‘rnatilish burchagi 50° va 55° gacha oshirilganda esa yana 12,8 % dan 14,6 % gacha oshganligini ko‘rish mumkin. Ushbu tajribalar natijalari tahliliga asosan, qurilmada kurakchalarning o‘rnatilish burchagi 45° bo‘lishi maqsadga muvofiq.

Aralashtirish qurilmasida suv purkagich uchliklar sonini tajribaviy tadqiq etish. Purkagichlar soni ortishi muayyan darajada sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi. Biroq, 3 ta purkagichda olingan natijalar barqaror va yuqori bo‘lib, keyingi ortishida samaradorlikning yorqin farqi kuzatilmadi. Purkagichlar soni 3 ta bo‘lgan holatda ozuqalarning aralashtirish bir xilligi va namlanish darajasi yuqori, vaqt chetlashishlari esa minimal darajada bo‘lishi ta‘minlandi.

Aralashtirish qurilmasida suyuqlikni purkash vaqtini tajribaviy tadqiq etish. Ozuqani aralashtirish vaqtining belgilangan vaqtdan chetlashishi suyuqlikni

purkash vaqti 20 s va 30 s bo'lganda mos ravishda 24,8 % va 22,3 % ni tashkil etib, belgilangan talablarga javob bermagan bo'lsa, 40 s, 50 s va 60 s bo'lganda mos ravishda 18,7 %, 16,2 % va 15,4 % ni tashkil etib belgilangan talablarga javob berdi. Ushbu mezon bo'yicha eng yaxshi natija suyuqlikni purkash vaqti 50 s bo'lganda erishildi.

Olingan natijalar tahlili asosida 50 sekundlik suyuqlik purkash vaqti eng maqbul ko'rsatkichlarni berdi. Ushbu vaqtda aralashtirish bir xilligi eng yuqori 93,2 %, aralashtirish vaqtida belgilangan vaqtdan chetlashish ham minimal darajada 16,2 % qayd etildi. Bu natijalar asosida suyuqlik purkash vaqtini 50 sekund etib tanlash texnologik jihatdan maqbul qaror hisoblanadi.

Aralashtirish qurilmasida purkaladigan suyuqlik miqdorini tajribaviy tadqiq etish. Ozuqani aralashtirish vaqtining belgilangan vaqtdan chetlashishi esa purkaladigan suyuqlik miqdori 1800 ml bo'lganda 22,9 % ni tashkil etib, belgilangan talablardan yuqori bo'lgan bo'lsa, qolgan 1900 ml, 2000 ml, 2100 ml va 2200 ml da 20 % dan past bo'lib, belgilangan talablarni qanoatlantirishi ma'lum bo'ldi. Ammo bu ko'rsatkich bo'yicha eng yaxshi natijaga purkaladigan suyuqlik miqdori 2000 ml bo'lganda erishildi. Olingan natijalar asosida shuni xulosa qilish mumkinki, purkaladigan suyuqlik miqdori 2000 – 2100 ml atrofida bo'lganda aralashtirish qurilmasi eng samarali ishlaydi. Bu miqdorda ozuqa komponentlarining eng yuqori darajada bir xil aralashishiga, maqbul namlanishiga va aralashtirish jarayonining belgilangan vaqtda yakunlanishiga erishiladi.

Aralashtirish qurilmasida ozuqalarni aralashtirish vaqtini tajribaviy tadqiq etish. Belgilangan ish unumida ozuqani aralashtirish vaqtining belgilangan vaqtdan chetlashishi aralashtirish vaqti 2 minut va 3 minut bo'lganida mos ravishda 22,4 % va 20,7 % ni tashkil etib belgilangan talablardan past bo'lgan bo'lsa, aralashtirish vaqti 4 minut, 5 minut va 6 minut bo'lganida 17,9 %, 13,4 % va 12,1 % ni tashkil etib belgilangan talablarni qanoatlantirish ma'lum bo'ldi. Ushbu tajriba natijalari tahliliga ko'ra, qurilmada ozuqani aralashtirish sifati va samaradorligini ta'minlash uchun uni 5 – 6 minut oralig'ida aralashtirib turish tavsiya etiladi. Bu vaqt mobaynida ozuqalarning aralashish va namlanish bir xilligi yuqori darajada bo'lib, aralashtirish vaqti ham umumqabul qilingan vaqt me'yorlariga javob beradi.

Dissertatsiyaning **“Granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmasining sinovlari va uning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlarini aniqlash”** deb nomlangan to'rtinchi bobida ozuqa aralashtirgich qurilmasining qisqacha texnikaviy tavsifi, granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmaning ish sifat ko'rsatkichlari, ishlab chiqilgan aralashtirgichning texnik-iqtisodiy samarasini aniqlash va granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmasining yillik iqtisodiy samarasi keltirilgan.

Tavsiya etilayotgan parametrlar asosida ishlab chiqilgan ozuqa aralashtirgich qurilmasidan foydalanilganda mavjud “SK-500” ozuqa aralashtirgichga nisbatan

ozuqalarni yuqori sifatda kam sarf-xarajatlar bilan bir xillikda aralashtirib berish hisobiga 6 152 725,4 so'm iqtisodiy samara olish imkonini beradi.

XULOSA

“Granulalash liniyasidagi ozuqa aralashtirgich qurilmasining parametrlari va ish rejimlarini asoslash” mavzusidagi falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo'yicha olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. O'zbekistonda chorvachilik, baliqchilik va parrandachilikning tahlili shuni ko'rsatadiki, sohani rivojlantirish, go'sht va boshqa mahsulotlarni ko'paytirish va sifatini oshirish uchun ularni granulalangan ko'rinishdagi kombinatsiyalashgan ozuqalar bilan boqish kerak, ammo granulalangan ko'rinishdagi kombinatsiyalashgan ozuqalar ishlab chiqarishda ularni bir xil tarkibli qilib aralashtirib olish katta ahamiyatga ega hisoblanadi.

2. Granulalangan ozuqa tayyorlashda fraksiyaviy tarkibi va fizik-mexanik xossalari bir-biridan keskin farq qiladigan sochiluvchan va sochilmaydigan, quruq va suyuq ko'rinishdagi ozuqa komponentlari bir-biri bilan aralashtirilishini hisobga olsak, bunday aralashmani aralashtirib beradigan qurilmani ishlab chiqish va uning ishchi qismlari parametrlari va ish rejimlarini aniqlash bo'yicha chuqurroq nazariy va tajribaviy tadqiqotlar olib borish talab etiladi.

3. Nazariy tadqiqotlar asosida kurakchali ozuqa aralashtirgich qurilmasining konstruktiv va texnologik parametrlarini aniqlash usullari ishlab chiqildi hamda aralashtirgichning umumiy ishchi hajmi, pastki va yuqori qismlar hajmlarini hisoblash ifodalari asoslandi.

4. Aralashtirish qurilmasida kurakchali rotorning aylanishlar sonini 35 r/min dan 55 r/min gacha, uning uzunligi 900 mm dan 1300 mm gacha, diametri esa 550 mm dan 750 mm gacha o'zgartirilib tajribaviy tadqiq etilganda kurakchali rotorning aylanishlar soni 50 ayl/min, uning uzunligi 1100 mm va diametri 650 mm bo'lganda ozuqa komponentlarini aralashtirish bir xilligi va ozuqaning namlanish darajasining bir xilligi 90 % dan yuqori bo'lib, aralashtirish vaqtining belgilangan vaqtdan chetlashishi 20 % dan kam bo'lishi aniqlandi va keyingi tadqiqotlar uchun qurilmaning ushbu o'lchamlarini qabul qilish tavsiya etildi.

5. Aralashtirish qurilmasida ozuqalarning aralashtirilishi ko'p jihatdan ozuqa bilan kurakchalarning o'zaro ta'siri hisobiga amalga oshadi va shu sababli tadqiqotlar davomida aralashtirgich kurakchalarining eni 120 mm dan 200 mm gacha, ularning balandligi 100 mm dan 140 mm gacha o'lchamlarda tadqiq etilganda kurakchalar eni 160 mm va ularning balandligi 120 mm bo'lganda ozuqani aralashtirish bir xilligi 92,3 - 94,5 %, namligining bir xilligi 91,6 - 92,5 %, aralashtirish vaqtining belgilangan vaqtdan chetlashishi esa 13,7 - 14,8 % oralig'ida bo'lib, belgilangan talablarga javob berdi va kurakchalarning ushbu parametrlari tavsiya etiladi.

6. Qurilmada ozuqaning eng yaxshi aralashishi va namlanishining bir xilligiga yuqori ko'rsatkichlari hamda aralashtirish vaqtining kam bo'lishiga aralashtirish

validagi kurakchalar soni 8 dona, kurakchalar va aralashtirish kamerasi devori orasidagi tirqish 10 – 15 mm oralig'ida, kurakchalarning o'rnatilish burchagi 45° bo'lganda erishildi va ushbu tajribalar natijalari tahliliga asosan, qurilmada kurakchalarning soni 8 dona, ularning o'rnatilish burchagi 45° hamda kurakchalar va aralashtirish kamerasi orasidagi tirqish 10 – 15 mm bo'lishi maqsadga muvofiq.

7. Qurilmada granulalash uchun tayyorlanayotgan oзуqalarning namligi talab darajasida bo'lishiga suyuqlik purkagich uchliklar soni 3 dona, suyuqlikni purkash vaqti 50 sekund va purkaladigan suyuqlik miqdori 2000 – 2100 ml bo'lganda erishildi va bunda oзуqalarning aralashish bir xilligi va aralashtirish vaqti ham talab darajasida bo'ldi.

8. Qurilmada oзуqani aralashtirish vaqti 2 minutdan 6 minutgacha tadqiq etilganda oзуqaning aralashtirish bir xilligi 78,3 % dan 92,8 % gacha, namlanish darajasining bir xilligi 82,4 % dan 94,1 % gacha ortib, tayinlangan ish unumida oзуqani aralashtirish vaqtining belgilangan vaqtdan chetlashishi 22,4 % dan 12,1 % gacha kamayganligi aniqlandi va ish sifat ko'rsatkichlarining talab darajasidagi barqaror ko'rsatkichlari aralashtirish vaqti 5 – 6 minut bo'lganda ta'minlandi.

9. Olib borilgan sinov natijalariga ko'ra, qurilmada oзуqa komponentlarining aralashtirish bir xilligi 91,2-94,5 % ni tashkil etib, komponentlar taqsimlanish notekisligi va namlanish darajasi belgilangan texnik talablar doirasida ekanligi tasdiqlandi. Shu bilan birga, qurilmaning ish unumi 225-240 kg/soat ni tashkil etdi.

10. Iqtisodiy hisob-kitoblar natijasida ishlab chiqilgan AQ-300 oзуqa aralashtirgich qurilmasini qo'llash orqali foydalanishdagi to'g'ridan-to'g'ri xarajatlar 1,5 martagacha kamayishi va aralashgan mahsulot sifati 15-20 % ga yaxshilanishi hisobiga yillik **6 152 725,4 so'm** iqtisodiy samara olinishi asoslandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ (PhD).03/2025.27.12.Т.14.02 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТЕРМЕЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ ИНЖЕНЕРИИ И АГРОТЕХНОЛОГИЙ**

**ТЕРМЕЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРИИ И
АГРОТЕХНОЛОГИЙ**

ТУРСУНОВ ЖАХОНГИР ШОКИРОВИЧ

**ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ УСТРОЙСТВА
СМЕСИТЕЛЯ КОРМОВ В ЛИНИИ ГРАНУЛИРОВАНИЯ**

**05.07.01 – Машины для сельского хозяйства и мелиорации. Механизация
сельскохозяйственных и мелиоративных работ**

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

Председатель Научного семинара при научном совете
по присуждению ученых степеней, д.т.н., доцент

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире применение энерго- и ресурсосберегающих технологий, а также технических средств для приготовления кормов в животноводстве, птицеводстве и рыбоводстве занимает одно из ведущих мест. «Учитывая, что в мировом масштабе насчитывается более 32 млрд птиц, более 1,3 млрд овец и около 1,6 млрд голов крупного рогатого скота, и их скормливание полнорационными гранулированными кормами, содержащими смесь различных кормов и добавок, является наиболее эффективным»¹, повышение качества работы при смешивании кормов, а также экономия ресурсов требуют широкого внедрения в практику смесителей кормов с низкой металлоемкостью и энергоемкостью. С этой точки зрения, важное значение имеет широкое внедрение на линиях производства гранулированных кормов устройств, обеспечивающих смешивание концентрированных кормов и других добавок до требуемой степени однородности состава.

В мире проводятся научно-исследовательские работы, направленные на разработку ресурсосберегающих технологий и новых научно-технических решений реализующих их технических средств для приготовления гранулированных кормов путем смешивания различных концентрированных кормов с витаминами и кормовыми добавками. В связи с этим особое внимание уделяется созданию смесительных устройств, позволяющих предварительно дозировать корма, витамины и добавки в определенном количестве, а затем путем их смешивания обеспечивать однородность состава и повышение качества производимых гранулированных кормов, а также экономить энергию и ресурсы. С этой точки зрения актуальной задачей является разработка смесительного устройства, осуществляющего первоначальное интенсивное смешивание концентрированных кормов с витаминами и кормовыми добавками с последующим добавлением воды по установленной норме для доведения влажности до требуемого уровня, а также обоснование его технологического рабочего процесса и параметров рабочих органов.

В Узбекистане реализуется комплекс широкомасштабных мер, направленных на укрепление материально-технической базы производства высокопитательных гранулированных кормов для сельскохозяйственных животных, рыб и птицы, а также на разработку высокоэффективных технических средств и технологий. Особое внимание уделяется созданию энерго- и ресурсосберегающих смесительных установок, обеспечивающих равномерное смешивание различных кормовых компонентов, что способствует повышению качества гранулированных кормов и эффективности их производства. В Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы, в частности, определены задачи по «увеличению доходов дехкан и фермеров как минимум в 2 раза за счет интенсивного развития сельского хозяйства на научной основе,

¹ <http://www.nrcs.usda.gov>;

доведению ежегодного роста сельского хозяйства минимум до 5 процентов»¹. В реализации этих задач важным направлением является разработка для хозяйств устройств, обеспечивающих однородное смешивание кормов и кормовых добавок в линиях по производству гранулированных кормов.

Данное диссертационное исследование в определенной степени служит выполнению задач, определенных в указах Президента Республики Узбекистан № УП-60 от 28 января 2022 года «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы» и № УП-36 от 16 февраля 2024 года «О дополнительных мерах по обеспечению продовольственной безопасности в Республике», постановлениях № ПП-121 от 8 февраля 2022 года «О мерах по дальнейшему развитию животноводства и укреплению кормовой базы», № ПП-34 от 30 января 2025 года «О дополнительных мерах по поддержке животноводства и птицеводства, созданию в отрасли высокой добавленной стоимости» и № ПП-431 от 12 декабря 2024 года «О мерах по дальнейшему повышению уровня механизации сельского хозяйства», а также в других нормативно-правовых актах, относящихся к данной сфере.

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

Степень изученности проблемы. По созданию устройства смесителя кормов в линии гранулирования, исследованию методов смешивания, режимов работы и обоснованию параметров за рубежом работы проводились учёными С.А. Лазуткиной, М.Р. Миннибаев, А.Т. Лебедев, А.В. Захарин, Р.М. Искаков, Ю.А. Поволоским, М.Ю. Збарским, В.В. Матюшев, А.В. Семёнов, Б.Л. Иванов, А.И. Рудаков, В.А. Семёнов, Н.П. Маруком, Я.С. Опманом и другими. В республике научные исследования по устройству смесителя кормов, методам смешивания, изучению режимов работы и параметров проводились Э. Эшдавлатов, Ф. Каршиев, Д. Худойназаров, А. Боротов и другими.

В данных исследованиях проведено обоснование параметров непрерывно работающих смесительных устройств с термической и жидкостной обработкой в процессе смешивания для поточного приготовления кормовых смесей в кормовых цехах животноводческих ферм. Однако исследования по разработке малогабаритных линий гранулирования и смесительных устройств к ним, удовлетворяющих потребности фермерских (личных подсобных) или семейных животноводческих хозяйств, не уступающих по качеству работы существующим крупногабаритным устройствам, не проводились.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего учебного заведения, в котором выполнена диссертация. Диссертационное исследование выполнено в рамках

² O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son «2022-2026 yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida»gi [Farmoni](#)

задания № 1 плана научно-исследовательских работ Термезского государственного инженерно-агротехнологического университета на 2024 год по теме «Обоснование параметров и режимов работы устройства смесителя кормов в линии гранулирования».

Цель исследования заключается в разработке смесителя кормов для малогабаритной линии гранулирования, производительность и энергопотребление которого удовлетворяют потребности дехканских (личных подсобных) или семейных животноводческих хозяйств, а также в обосновании его параметров и режимов работы.

Задачи исследования:

изучение имеющихся научных и технических данных по устройству смесителя кормов в линии гранулирования, а также физико-механических свойств смешиваемых кормов;

теоретическое исследование параметров и режимов работы смесительного устройства в линии гранулирования;

разработка конструкции смесительного устройства в линии гранулирования;

теоретическое и экспериментальное определение оптимальных параметров и режимов рабочих органов смесительного устройства в линии гранулирования;

испытание смесительного устройства в линии гранулирования при смешивании кормов и определение его технико-экономических показателей.

Объект исследования - загрузочная часть кормов (отрубей, дроблёного зерна пшеницы, дроблёного зерна кукурузы и дроблёного ячменя), технологический процесс работы рабочих органов устройства, обеспечение равномерности смешивания кормов, обеспечение однородности влажности кормов путём введения жидких компонентов и разгрузочная часть смешанных кормов.

Предмет исследования - качественное смешивание кормов для линии гранулирования и обеспечение однородности влажности кормов, аналитические зависимости, выражающие процесс взаимодействия кормов на рабочих органах устройства, характеристики изменения показателей работы устройства в зависимости от параметров рабочих органов и режимов работы.

Методы исследования. В процессе исследований были использованы методы математического анализа, теоретической механики, а также положения и методы математической статистики, экспериментальные исследования проводились в соответствии с требованиями действующих нормативных документов: ОСТ 70.32.2-83 «Испытания сельскохозяйственной техники. Машины и оборудование для приготовления кормов. Программа и методы испытаний», ГОСТ 24057-88 «Сельскохозяйственная техника. Методы эксплуатационно-технологической оценки специальных, универсальных машин и комплексов машин на этапе испытаний», а также ГОСТ Р ИСО 11448-2002 «Передвижные кормоприготовительные установки с индивидуальным приводом. Требования безопасности и методы испытаний».

Научная новизна исследования заключается в следующем:

разработана конструкция смесительного устройства, осуществляющего первоначальное интенсивное смешивание различных концентрированных кормов с витаминами и кормовыми добавками с последующим добавлением воды по установленной норме и повторным смешиванием для доведения влажности до требуемого уровня;

объем рабочей камеры кормосмесителя определен исходя из обеспечения заданной производительности устройства, с учетом объемов её отличающихся друг от друга верхней и нижней частей, а также объема расположенного внутри рабочей камеры лопастного вала;

форма расположения и число оборотов смешивающих лопастей в устройстве обоснованы из условия получения однородной смеси путем интенсивного перемещения компонентов корма от центра к концам лопастей и от боковой стороны смесительной камеры к её центру;

продолжительность времени и количество распыления воды в смесительном устройстве обоснованы на основе определения оптимального количества распылительных форсунок и мест их расположения с учетом обеспечения одинаковой влажности и дисперсного состава смешиваемого корма.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

для малых фермерских и дехканских хозяйств разработано компактное устройство, объединяющее в одной камере процессы качественного смешивания кормовых компонентов и обеспечения однородности влажности кормов при приготовлении гранулированных кормов;

за счёт качественного смешивания кормовых компонентов с минимальными затратами обеспечено снижение эксплуатационных расходов и трудозатрат.

Достоверность результатов исследования обусловлена применением современных методов и средств измерений, теоретическим обоснованием параметров рабочих органов устройства на основе правил и методов высшей математики и теоретической механики, положительными результатами испытаний и внедрением устройства, обеспечивающего качественное смешивание кормовых компонентов при производстве гранулированных кормов и обеспечение однородности влажности кормов в процессе смешивания.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость состоит в том, что аналитические зависимости и эмпирические выражения, описывающие зависимость показателей качества работы устройства от параметров рабочих органов, обогащают имеющиеся знания о рабочих органах смесительных устройств и служат теоретической основой для исследования путей эффективного использования аналогичных устройств. Практическая значимость результатов исследования состоит в обеспечении качественного смешивания кормовых компонентов и однородности влажности кормов в процессе смешивания при использовании разработанного устройства.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных результатов по обоснованию параметров и режимов работы смесительного устройства в линии гранулирования:

на конструкцию смесительного устройства, осуществляющего в процессе работы первоначальное интенсивное смешивание различных концентрированных кормов с витаминами и кормовыми добавками с последующим добавлением воды по установленной норме для доведения влажности до требуемого уровня, получен патент на полезную модель Государственного учреждения «Центр интеллектуальной собственности» при Министерстве юстиции Республики Узбекистан («Кормосмеситель», № FAP 2958 – 2026 г.). В результате создана возможность разработки конструкции устройства, обеспечивающего однородное смешивание кормовых компонентов между собой при производстве гранулированных кормов;

устройство для смешивания кормов в линии гранулирования внедрено в фермерских хозяйствах Кумкурганского, Джаркурганского и Термезского районов Сурхандарьинской области (справка Центра знаний и инноваций в сельском хозяйстве Министерства сельского хозяйства № 05/04-04-288 от 30 мая 2025 года). В результате в устройстве для смешивания кормов в линии гранулирования удалось обеспечить однородность смешивания кормов на уровне 95 %, а степень увлажнения — не менее чем на 90 %;

проектно-конструкторская документация (техническое задание и чертежи) по устройству для смешивания кормов в линии гранулирования внедрена в процесс проектирования в ООО «AGRIXIM» (справка Центра знаний и инноваций в сельском хозяйстве Министерства сельского хозяйства № 05/04-04-288 от 30 мая 2025 года). В результате создана возможность производства энерго- и ресурсосберегающего устройства для смешивания кормов в линиях гранулирования.

Апробация результатов исследования. Результаты исследования обсуждены на 12 конференциях и в изданиях, в том числе в 4 республиканских журналах, в 2 зарубежных журналах, на 2 международных и 4 республиканских научно-практических конференциях.

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано в общей сложности 12 научных работ, из них 6 статей - в научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций, в том числе 4 статьи в республиканских и 2 статьи в зарубежных журналах, а также получен патент на полезную модель № FAP 2958 Государственного учреждения «Центр интеллектуальной собственности» при Министерстве юстиции Республики Узбекистан.

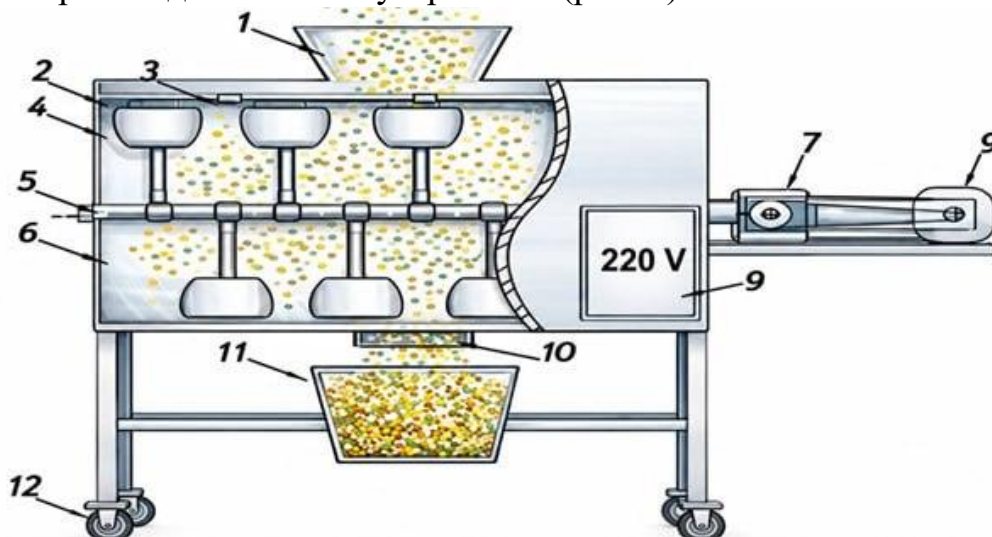
Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, четырёх глав, общих выводов, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 112 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость проведённых исследований, описаны цель и задачи, объект и предмет исследования, показано соответствие темы приоритетным направлениям развития науки и технологий республики, изложены научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты теоретическая и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, апробации работы, опубликованных трудах и структуре диссертации.

В первой главе «Состояние проблемы, цель и задачи исследования», проанализированы развитие птицеводства и животноводства в мире и в Узбекистане, значение качественного смешивания кормов при производстве гранулированных кормов, конструкции устройств, применяемых для смешивания кормов, и их технологические рабочие процессы, классификация смесительных устройств, процесс смешивания кормов и анализ проведённых по данной теме исследований, а также изучены физико-механические свойства смешиваемых кормов; обоснованы цель и задачи исследования.

Во второй главе «Теоретические исследования параметров и режимов работы устройства для смешивания кормов» приведены сведения о технологическом процессе кормосмесительного устройства, а также теоретические обоснования высоты лопастей смесителя, диаметра камеры, длины вала с закреплёнными лопастями, числа оборотов вала, количества лопастей и производительности устройства (рис. 1).



1 - загрузочный люк кормов; 2 - система водяного орошения; 3 - водяной распылитель; 4 - лопастной рабочий орган; 5 - вал; 6 - смесительная камера; 7 - редуктор; 8 - электродвигатель; 9 - пульт управления; 10 - выгрузной люк кормов; 11 - ёмкость для смешанных кормов; 12 - маховик смесителя.

Рис. 1. Технологическая схема смесительного устройства для кормов

На основе анализа конструкций и технологических рабочих процессов смесительных устройств для кормов, проведённых по данной теме исследований, а также состава и структуры кормов было разработано

смесительное устройство для кормов облегчённой конструкции в компактном исполнении, предназначенное для малых хозяйств.

Теоретические основы определения объема смесителя. Одним из основных конструктивных и технологических параметров кормосмесителя, используемого в линии гранулирования, является его общий рабочий объем. Правильное определение объема смесителя оказывает непосредственное влияние на производительность установки, качество смешивания и расход энергии. Поэтому определение общего объема смесителя на основе его геометрических размеров и расположения рабочих органов имеет важное научно-практическое значение.

Общий объем смесителя состоит из суммы объемов его нижней и верхней частей и определяется следующим выражением:

$$V_{um} = \left[L_{a.k.} \left(\frac{\pi(r_k + s)}{360^\circ} \right) \alpha + L_{a.k.} H_{y.q.} B_{a.k.} \right] - V_{i.q.} \quad (1)$$

где $L_{a.k.}$ - длина камеры смесителя, м; r_k - радиус лопаточного вала, м; s - зазор между лопаткой и корпусом, м; α - центральный угол, градус; $B_{a.k.}$ - ширина рабочей камеры, м; $H_{y.q.}$ - высота верхней части камеры смешивания, м; $V_{i.q.}$ - объём, занимаемый рабочим органом, м³.

Указанные объёмы определяются в зависимости от геометрической формы корпуса смесителя, его радиуса, длины, а также степени заполнения рабочей камеры. Нижняя часть устройства, как правило, имеет полуцилиндрическую форму, и именно в этой зоне кормовая масса подвергается основному процессу смешивания. Поэтому при определении объёма нижней части учитывались такие параметры, как центральный угол, радиус и высота активного слоя. По результатам расчётов установлено, что общий полезный рабочий объём смесителя составляет 0,45 м³.

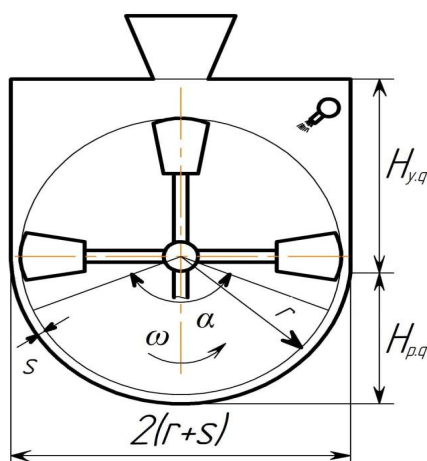


Рисунок 2. Геометрическая схема определения общего объёма смесителя

Данные объёмы определяются в зависимости от геометрической формы, радиуса и длины корпуса смесителя, а также от степени заполнения рабочей камеры. Нижняя часть установки обычно имеет полуцилиндрическую форму, и

именно в этой зоне кормовая масса подвергается основному процессу смешивания. Поэтому при определении объема нижней части учитывались такие параметры, как центральный угол, радиус и высота активного слоя.

На основе экспериментальных и конструктивных требований параметры смесителя были приняты следующим образом:

$$L_{ak} = 1,05 \text{ m}, r = 0,3 \text{ m}, s = 0,35 \text{ m}, \alpha = 120^\circ, B_{ak} = 0,65 \text{ m}, V_{i.o} = 0,01 \text{ m}^3.$$

По результатам расчётов общий полезный рабочий объём смесителя составляет:

$$V_{um} = 0,450 \text{ m}^3$$

составляет. Данный объем обеспечивает равномерное и эффективное смешивание компонентов корма, а также является достаточным для функционирования установки в стабильном рабочем режиме.

Определение угла установки лопаток смесителя. Процесс подачи прессованных грубых кормов в рабочую камеру смесителя в линии гранулирования является одним из важных этапов технологической системы. Стабильность процесса подачи во многом зависит от угла наклона подающего лотка. Если наклон лотка выбран недостаточно точно, движение кормовой массы замедляется, возникают заторы и снижается производительность установки. Поэтому теоретическое обоснование угла наклона подающего лотка осуществляется на основе кинематических и динамических закономерностей движения корма.

Уравнение движения частицы корма вдоль лопасти выражается в следующем виде:

$$ma = G \sin \beta - F_{ishq} \quad (2)$$

где m – масса корма, kg; a – ускорение движения, m/s²; G – сила тяжести, Н; F_{ishq} – сила трения, Н; β – угол наклона лопасти, град.

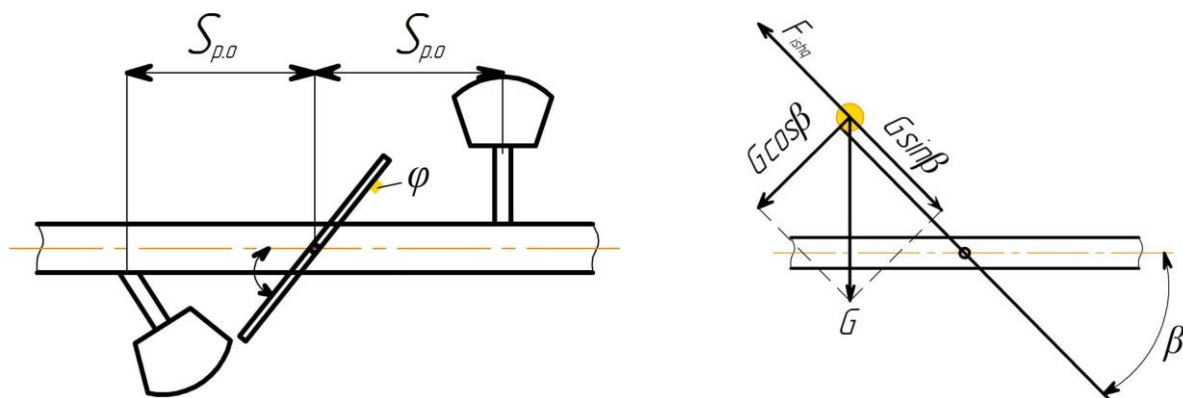


Рисунок 3. Схема геометрического расположения рабочего органа лопатного смесителя

Условие перемещения корма по поверхности лопасти

$$G \sin \beta \geq f G \cos \beta \quad \text{или} \quad \sin \beta \geq f \cos \beta \quad (3)$$

где f – коэффициент трения.

$$\frac{\sin \beta}{\cos \beta} f \text{ tg } \beta \quad \text{и} \quad f = \text{tg } \varphi_{ishq}$$

где φ_{ishq} — угол трения кормового сырья

$$\text{tg } \beta \text{ f } \text{tg } \varphi_{ishq} \quad (4)$$

или

$$\beta \text{ f } \varphi_{ishq} \quad (5)$$

Принимая во внимание, что угол трения кормового сырья находится в пределах 38-44°, угол наклона лопастей смесителя должен составлять $\beta=45^\circ$ или более, то есть принимаем $\beta \geq 45^\circ$.

Теоретическое обоснование активного движения частиц корма по лопасти. Уравнение равновесного состояния частиц смешиваемого корма относительно поверхности лопасти имеет следующий вид

$$G \sin \gamma + F_m \cos \gamma = F_{ishq} \cos \gamma \quad (6)$$

или

$$mg \sin \gamma + m\omega^2 r_k \cos \gamma = fmg \cos \gamma \quad (7)$$

где $G = mg$ — сила тяжести частицы, N;

F_m — центробежная сила, действующая на частицу, N;

$F_{ishq} = fmg$ — сила трения, N;

γ — угол нормального (радиального) расположения лопасти по окружности, grad;

ω — угловая скорость движения частицы вдоль лопасти, rad/s.

Отсюда получаем следующее:

$$\tan \gamma + \frac{\omega^2 r_k}{g} \geq f \quad (8)$$

При выполнении данного условия обеспечивается интенсивное перемещение частиц смешиваемого корма под действием лопасти, что гарантирует высокое качество смешивания.

$$\tan \gamma + \frac{\omega^2 r_k}{g} \geq f \quad (9)$$

С другой стороны:

$$\frac{\omega^2 r_k}{g} \text{ p } \frac{\sin(\gamma + \varphi_{ishq})}{\cos \varphi_{ishq}} \quad (10)$$

Определение скорости на конце лопасти и равновесия корма на её поверхности показало, что с теоретической точки зрения наиболее оптимальной

линейной (периферийной) скоростью для кормосмесителей является $[V_{\text{пред}}]=1,5\div 2,0$ м/с. При выбранной нами частоте вращения 50 г/мин эта скорость составляет 1,57м/с.

При этом скорость на конце лопасти составляет 1,57 м/с, радиус вращения вала с лопастями - 0,30 м, угол установки лопасти - 45° , а средний угол трения корма о сталь φ_{ishq} - составляет $35,75^\circ$, согласно расчётам

$$1,57 \leq 1,216$$

Это означает, что при частоте вращения $n=50$ г/мин центробежная сила не прижимает корм к стенкам бункера. Корм свободно скользит по поверхности лопасти, беспрепятственно перемещается и обеспечивает высокое качество перемешивания.

Часовая производительность кормосмесителя определяется по следующей формуле

$$Q = \frac{60V_{\text{um}}\rho_o\xi}{t_{\text{davr}}} \quad (11)$$

где: V_{um} — общий объем смесителя, m^3 , (определяется по выражению (1));

ρ_o — насыпная (объемная) плотность кормовой смеси, kg/m^3 ;

ξ — коэффициент заполнения смесительной камеры кормом;

t_{davr} — общая продолжительность одного цикла смешивания, с.

При общем объеме смесителя $V_{\text{um}}=0,450$ m^3 , средней насыпной плотности кормовой смеси $\rho_o=330$ kg/m^3 , коэффициенте заполнения смесительной камеры $\xi=0,5$ и общей продолжительности одного цикла смешивания $t_{\text{davr}}=15$ минут.

Установлено, что часовая производительность кормосмесителя составляет $Q = 238$ kg/h .

Обоснование частоты вращения вала с закрепленными лопастями. В технологическом процессе работы кормосмесителя низкая частота вращения вала с жестко закрепленными лопастями приводит к недостаточному и неполному перемешиванию кормов. В то же время чрезмерно высокая частота вращения нарушает протекание технологического процесса, приводит к возрастанию нагрузки на приводной электродвигатель и увеличению потребляемой им мощности из сети, что в конечном итоге повышает себестоимость готовой кормовой смеси.

В связи с этим для обоснования оптимальной частоты вращения вала с лопастями используется следующее выражение:

$$n = \frac{30QS_y}{\pi r_k V_{\text{um}} \rho_o \xi}, \quad (12)$$

где Q - производительность устройства, kg/h ; ξ - коэффициент заполнения лопастей кормом; S_y - Длина дуги, пройденной лопастью, м;

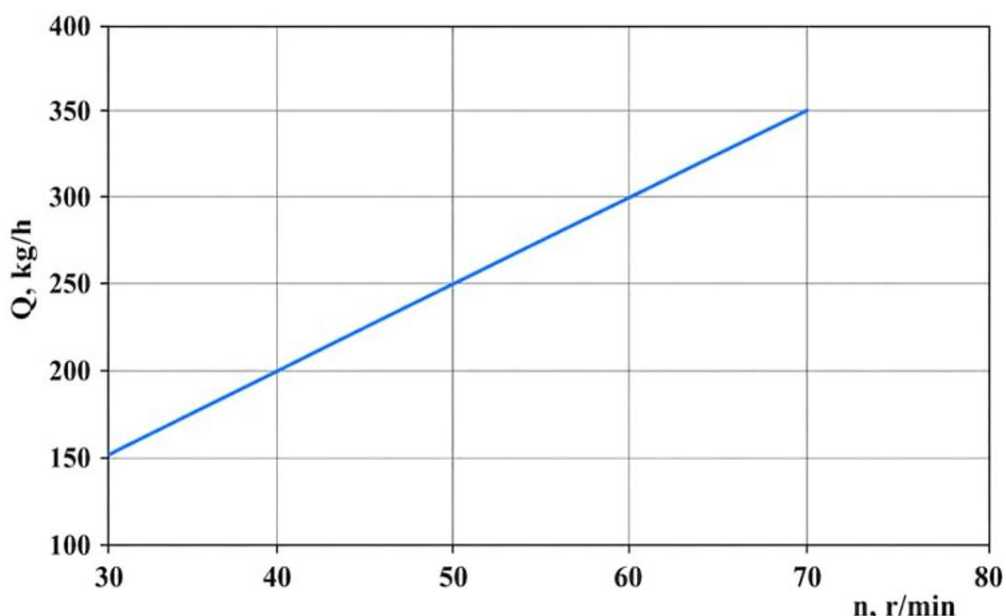


Рисунок 4. Графики зависимости производительности устройства (Q) от частоты вращения вала (n).

Из выражения (12) рассмотрим связь между частотой вращения лопастного вала и производительностью смесителя. Для этого построим график зависимости изменения производительности от частоты вращения вала при $r_k=0,3 \text{ м}$, $V_{um}=0,45 \text{ м}^3$, $\rho_0=350 \text{ кг/м}^3$ и $\xi=0,5-0,6$.

На рисунке 4 представлены графики изменения производительности устройства при различных площадях лопастей в зависимости от частоты вращения вала.

Анализ графиков зависимостей, приведенных на рисунке 4, показывает, что для обеспечения эффективного и качественного протекания заданного технологического процесса кормосмесителя при производительности порядка 250 кг/ч , частоту вращения лопастного вала целесообразно принимать на уровне 50 г/мин . В связи с этим при проведении дальнейших научно-исследовательских работ достаточно принять частоту вращения вала около 50 г/мин .

В третьей главе «Экспериментальное исследование параметров и режимов работы рабочих органов смесительного устройства», приведены результаты экспериментальных исследований параметров и режимов работы рабочих органов смесителя.

Экспериментальное исследование частоты вращения лопастного ротора смесительного устройства. После превышения частоты вращения лопастного ротора 45 г/мин качество работы смесительного устройства по всем показателям удовлетворяет установленным требованиям (рисунок 5).

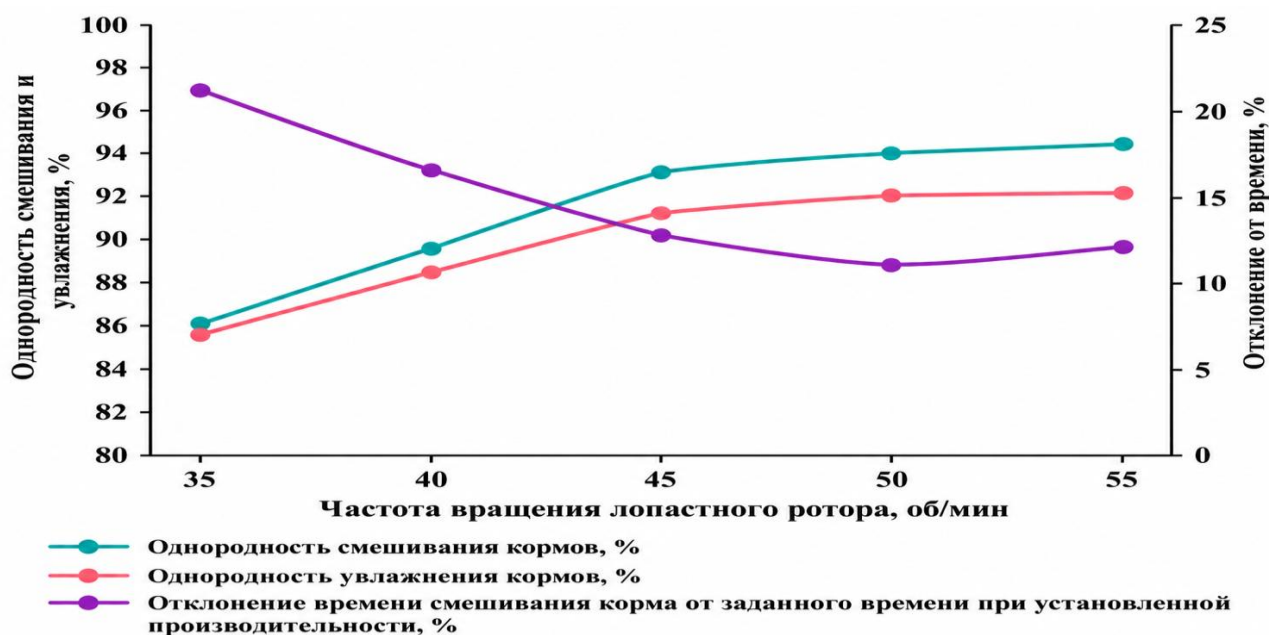


Рисунок 5. Влияние частоты вращения лопастного ротора смесительного устройства на качество смешивания корма

Однако наиболее стабильные показатели достигаются при частоте вращения лопастного ротора 50 r/min, в связи с чем рекомендуется установить частоту вращения лопастного ротора равной 50 r/min. При данном значении показатели качества смешивания кормов достигают максимума, а их отклонения становятся минимальными.

Экспериментальное исследование общей длины ротора смесительного устройства. Согласно средним значениям результатов данного эксперимента, требуемые показатели работы устройства достигаются при общей длине ротора 1000 mm и 1100 mm. Однако, учитывая, что при длине ротора 1000 mm в ряде опытов однородность смешивания кормов опускалась ниже 90%, стабильные показатели по всем критериям качества работы обеспечиваются при общей длине ротора 1100 mm. В связи с этим рекомендуется принять общую длину ротора смесительного устройства равной 1100 mm.

Экспериментальное исследование ширины лопастей ротора смесительного устройства. По результатам общего анализа проведённых экспериментов, стабильные значения показателей однородности смешивания кормов, однородности увлажнения и отклонения времени смешивания от заданного обеспечиваются при ширине лопастей смесителя 160 mm. В связи с этим рекомендуется принять ширину лопастей смесительного устройства равной 160 mm.

Экспериментальное исследование высоты лопастей смесительного устройства. Проведенные экспериментальные исследования показали, что при высоте лопастей 100 mm однородность (однородность смеси) кормов составила 86,7 %. При увеличении высоты на 10 mm до 110 mm данный показатель улучшился на 1,8 % и составил 88,5 %, а при 120 mm достиг 92,3 %. При высоте лопастей 130 mm однородность перемешивания составила 93,8 %, в то время как

при 140 mm - 94,2 %, то есть изменение составило всего 0,4 %. При высоте лопастей 100 mm равномерность степени увлажнения корма составила 85,2 %, а при 110 mm - 87,4 %, что не удовлетворяло предъявляемым требованиям. При высоте 120 mm этот показатель составил 91,6 %, а при 130 и 140 mm - 92,7 % и 93,4 % соответственно, что отвечает установленным требованиям, однако прирост равномерности увлажнения оказался незначительным 1,1 % и 1,8 %.

Отклонение времени смешивания корма от заданного значения при высоте лопастей 100 mm и 110 mm было относительно высоким 24,9 % и 21,3 %, тогда как при высоте 120 mm и последующих значениях 130 mm и 140 mm оно снизилось с 14,8 % до 12,4 % и 11,6 %, полностью удовлетворяя установленным требованиям.

На основании вышеизложенного установлено, что при высоте лопастей 120 mm обеспечивается высокий уровень показателей качества смешивания.

Экспериментальное исследование количества лопастей смесительного устройства. В данном исследовании количество лопастей варьировалось от 4 до 12 (4, 6, 8, 10 и 12 штук), и в каждом случае определялись показатели качества полученной смеси (смотри таблицу).

Таблица

Изменение качества смешивания корма в смесительном устройстве в зависимости от количества лопастей

№	Фракционный состав приготовленной кормовой смеси	Количество лопастей, шт.				
		4	6	8	10	12
1	Однородность смешивания кормов, %	82,9	84,7	92,6	93,1	93,5
2	Однородность увлажнения кормовой смеси, %	70,0	85,0	92,2	93,8	93,5
3	Отклонение времени смешивания корма от заданного значения при установленной производительности, %	28,4	21,3	14,1	13,5	12,0

Результаты экспериментов показывают, что при 4 лопастях однородность смешивания кормов составила 82,9%, тогда как при 12 лопастях этот показатель достиг 93,5%. Это свидетельствует об улучшении однородности кормовой смеси с увеличением числа лопастей. В качестве оптимального технико-экономического и технологического решения предлагается принять количество лопастей равным 8.

Экспериментальное исследование зазора между лопастями ротора и стенкой смесительной камеры. При зазорах 5 mm, 10 mm и 15 mm данный показатель составил соответственно 13,4%, 14,2% и 15,4%, полностью удовлетворяя установленным требованиям, тогда как при зазорах 20 mm и 25 mm он составил 20,8% и 23,1%, оказавшись ниже требуемого уровня. Анализ

показывает, что оптимальным является зазор между лопастями ротора и стенкой смесительной камеры в диапазоне 10-15 mm.

Экспериментальное исследование угла установки лопастей смесительного устройства. Отклонение времени смешивания от заданного при увеличении угла установки лопастей с 35° до 45° снижалось с 22,6 % до 18,7% и затем до 11,6 %, тогда как при увеличении угла до 50° и 55° оно снова возрастало - с 12,8 % до 14,6 %. На основании анализа результатов данных экспериментов угол установки лопастей в устройстве целесообразно принять равным 45°.

Экспериментальное исследование количества форсунок водяного распылителя смесительного устройства. Увеличение числа форсунок до определённого предела улучшает показатели качества. Однако результаты, полученные при 3 форсунках, оказались стабильными и высокими, тогда как при дальнейшем увеличении их числа существенного роста эффективности не наблюдалось. При 3 форсунках обеспечивались высокая однородность смешивания и увлажнения кормов при минимальных временных отклонениях.

Экспериментальное исследование времени распыления жидкости в смесительном устройстве. При времени распыления жидкости 20 s и 30 s отклонение времени смешивания от заданного составило соответственно 24,8 % и 22,3 %, не удовлетворяя установленным требованиям, тогда как при 40 s, 50 s и 60 s - 18,7%, 16,2% и 15,4 %, что соответствует установленным требованиям. По данному критерию наилучший результат достигнут при времени распыления 50 s. На основании анализа полученных результатов время распыления жидкости 50 секунд обеспечивает оптимальные показатели: однородность смешивания наиболее высокая - 93,2 %, отклонение времени смешивания от заданного минимально - 16,2 %. На основании этих результатов выбор времени распыления жидкости, равного 50 секундам, является технологически обоснованным решением.

Экспериментальное исследование количества распыляемой жидкости в смесительном устройстве. При объёме распыляемой жидкости 1800 ml отклонение времени смешивания от заданного составило 22,9 %, превысив установленные требования, тогда как при 1900, 2000, 2100 и 2200 ml оно опустилось ниже 20 %, удовлетворяя установленным требованиям. Наилучший результат по данному показателю достигнут при объёме 2000 ml. На основании полученных результатов можно заключить, что смесительное устройство работает наиболее эффективно при объёме распыляемой жидкости в диапазоне 2000–2100 ml. При данном объёме достигаются максимальная однородность смешивания кормовых компонентов, оптимальное увлажнение и завершение процесса смешивания в установленное время.

Экспериментальное исследование времени смешивания кормов в смесительном устройстве. При заданной производительности отклонение времени смешивания от заданного при продолжительности смешивания 2 и 3 минуты составило соответственно 22,4 % и 20,7 %, оказавшись ниже установленных требований, тогда как при 4, 5 и 6 минутах - 17,9 %, 13,4 % и 12,1

%, удовлетворяя установленным требованиям. По результатам анализа данных экспериментов для обеспечения качества и эффективности смешивания кормов в устройстве рекомендуется производить смешивание в течение 5-6 минут. В течение этого времени однородность смешивания и увлажнения кормов находится на высоком уровне, а продолжительность смешивания соответствует общепринятым временным нормам.

В четвёртой главе «Испытания смесительного устройства в линии гранулирования и определение его технико-экономических показателей», приведены краткая техническая характеристика смесительного устройства, показатели качества его работы в линии гранулирования, определение технико-экономической эффективности разработанного смесителя и годовой экономический эффект от применения смесительного устройства в линии гранулирования.

Использование смесительного устройства, разработанного на основе рекомендуемых параметров, по сравнению с существующим смесителем кормов «СК-500» позволяет получить экономический эффект в размере **6 152 725,4 сум** за счёт обеспечения более высокого качества и однородности смешивания кормов при меньших затратах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследований, проведённых в рамках диссертации на соискание учёной степени доктора философии (PhD) по теме «Обоснование параметров и режимов работы смесительного устройства в линии гранулирования», сделаны следующие выводы:

1. Анализ состояния животноводства, рыбоводства и птицеводства в Узбекистане показывает, что для развития отрасли, увеличения объёмов и повышения качества мяса и иной продукции необходимо кормление комбинированными кормами в гранулированном виде; при этом однородное смешивание при производстве гранулированных комбикормов имеет первостепенное значение.

2. Учитывая, что при производстве гранулированных кормов смешиваются кормовые компоненты - сыпучие и несыпучие, сухие и жидкие, — резко отличающиеся по фракционному составу и физико-механическим свойствам, разработка устройства для смешивания такой смеси и проведение углублённых теоретических и экспериментальных исследований по определению параметров рабочих органов и режимов его работы являются необходимыми.

3. На основе теоретических исследований разработаны методы определения конструктивных и технологических параметров лопастного смесительного устройства для кормов, а также обоснованы расчётные выражения для определения общего рабочего объёма смесителя и объёмов его нижней и верхней частей.

4. При экспериментальном исследовании частоты вращения лопастного ротора смесительного устройства в диапазоне от 35 до 55 г/мин, длины — от 900 до 1300 мм и диаметра - от 550 до 750 мм установлено, что при частоте

вращения 50 г/min, длине 1100 mm и диаметре 650 mm однородность смешивания кормовых компонентов и однородность увлажнения кормов превышают 90%, а отклонение времени смешивания от заданного составляет менее 20%; для дальнейших исследований рекомендовано принять данные размеры устройства.

5. Смешивание кормов в устройстве во многом осуществляется за счёт взаимодействия корма с лопастями, поэтому в ходе исследований при варьировании ширины лопастей от 120 до 200 mm и их высоты от 100 до 140 mm установлено, что при ширине лопастей 160 mm и их высоте 120 mm однородность смешивания кормов составляет 92,3-94,5%, однородность увлажнения - 91,6-92,5%, а отклонение времени смешивания от заданного - 13,7-14,8%, что соответствует установленным требованиям; данные параметры лопастей рекомендованы к применению.

6. Наилучшие показатели однородности смешивания и увлажнения кормов, а также минимальное время смешивания в устройстве достигаются при количестве лопастей на смесительном валу, равном 8, зазоре между лопастями и стенкой смесительной камеры в диапазоне 10-15 mm и угле установки лопастей 45°; на основании анализа результатов этих экспериментов рекомендуется принять: количество лопастей - 8, угол их установки - 45°, зазор между лопастями и стенкой смесительной камеры - 10-15 mm.

7. Требуемый уровень влажности кормов, подготавливаемых для гранулирования, обеспечивается при количестве форсунок распылителя жидкости - 3 штуки, времени распыления жидкости - 50 секунд и объёме распыляемой жидкости - 2000-2100 ml; при этом однородность смешивания кормов и продолжительность смешивания также соответствуют установленным требованиям.

8. При исследовании времени смешивания кормов в диапазоне от 2 до 6 минут установлено, что однородность смешивания кормов возрастала с 78,3% до 92,8%, однородность увлажнения - с 82,4% до 94,1 %, а отклонение времени смешивания от заданного при установленной производительности снижалось с 22,4% до 12,1%; стабильные показатели качества работы на требуемом уровне обеспечиваются при продолжительности смешивания 5-6 минут.

9. По результатам проведённых испытаний однородность смешивания кормовых компонентов в устройстве составила 91,2-94,5%, что подтвердило соответствие неравномерности распределения компонентов и уровня увлажнения установленным техническим требованиям. При этом производительность устройства составила 225-240 kg/h.

10. По результатам экономических расчётов обосновано, что применение разработанного смесителя кормов АК-300 позволяет снизить прямые эксплуатационные расходы до 1,5 раза и получить годовой экономический эффект в размере 6 152 725,4 сум за счёт повышения качества смешанной продукции на 15-20%.

**SCIENTIFIC COUNCIL PhD.03/2025.27.12.T.14.02 ON THE AWARD OF
ACADEMIC DEGREES AT TERMEZ STATE UNIVERSITY OF
ENGINEERING AND AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

**TERMEZ STATE UNIVERSITY OF ENGINEERING AND
AGRICULTURAL TECHNOLOGY**

TURSUNOV JAHONGIR SHOKIROVICH

**SUBSTANTIATION OF THE PARAMETERS AND OPERATING MODES
OF THE FEED MIXER IN THE PELLETING LINE**

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

**Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences
DISSERTATION ABSTRACT**

Termez - 2026

Chairman of the Scientific Seminar under the
Council, in Technical Sciences, dotsent

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The purpose of the research is to develop a feed mixing device for a small-scale granulation line whose productivity and energy consumption meet the requirements of dekhkan (private subsidiary) or family livestock farms, and to substantiate its parameters and operating modes.

The scientific novelty of the research is as follows:

a design of a mixing device has been developed, which initially intensively mixes various concentrated feeds with vitamins and feed additives, and subsequently adds water at a specified rate and mixes again to bring the moisture content to the required level;

the volume of the working chamber of the feed mixing device was determined based on ensuring the specified productivity of the device, taking into account the volumes of its distinct upper and lower parts, as well as the volume of the bladed shaft located inside the working chamber;

the configuration and rotation speed of the mixing blades in the device were substantiated based on the condition of obtaining a homogeneous mixture by intensively moving the feed components from the center toward the tips of the blades and from the side of the mixing chamber toward the center;

the duration and amount of water spraying onto the feed in the mixing device were substantiated by determining the optimal number of spray nozzles and their locations, taking into account the uniformity of the moisture content and disperse composition of the mixed feed.

The practical results of the research are as follows:

A compact-design device has been developed for smallholder and household farms, which integrates the high-quality mixing of feed components and the process of ensuring uniform moisture distribution during the mixing process within a single chamber.

Operating costs and labor consumption have been reduced by ensuring the high-quality mixing of feed components with minimum expenditures.

Implementation of research results. Based on the obtained results on substantiating the parameters and operating modes of the feed mixing device in the pelleting line:

A patent for a useful model was obtained from the State Institution "Intellectual Property Center" under the Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan ("Feed Mixer" FAP 2958 – 2026) for the design of a mixing device that initially intensively mixes various concentrated feeds with vitamins and feed additives during the work process, and subsequently adds water at a specified rate to bring the moisture content to the required level. As a result, it became possible to develop a device design that ensures the uniform mixing of feed components during granulated feed production;

The feed mixing device within the granulation line was implemented in farms across the Kumkurgan, Jarkurgan, and Termez districts of the Surxandarya region (Certificate No. 05/04-04-288 dated May 30, 2025, issued by the Center for Knowledge and Innovation under the Ministry of Agriculture). As a result, the feed mixing device

in the granulation line successfully achieved a feed mixing uniformity of 95% and a moisture distribution level of at least 90%;

The design and engineering documentation (technical specifications and drawings) for the feed mixing device within the granulation line was integrated into the design process at "AGRIXIM" LLC (Certificate No. 05/04-04-288 dated May 30, 2025, issued by the Center for Knowledge and Innovation under the Ministry of Agriculture). As a result, the opportunity was created to manufacture energy- and resource-saving feed mixing devices for granulation lines.

Structure and volume of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, general conclusions, a list of references, and appendices. The volume of the dissertation is 112 pages.

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

I-bo'lim (I часть; I part)

1. Tursunov J.Sh. Granulalash liniyasining ozuqa aralashtirgich qurilmasiga suyuqlik kiritish orqali aralashayotgan ozuqalarning namligini me'yorda ta'minlash // "Sanoatda raqamli texnologiyalar" ilmiy-texnik jurnali. – Qarshi, 2024. – №2(4). – B. 148-150. <https://srt-journal.uz/ojs/index.php/SRT/ru/article/view/87>
2. Tursunov J.Sh., Astanaqulov K.D., Borotov A.N. Granulalash liniyasining ozuqa aralashtirgich qurilmasida ozuqa komponentlarining aralashtirish bir xilligini ta'minlashda ta'sir qiluvchi omillar // AGRO ILM. – Toshkent, 2024. – Maxsus son №2(105). – B. 97–100. <https://qxjurnal.uz/index.php/ai/issue/view/72>
3. Турсунов Ж.Ш., Боротов А.Н. Разработка устройства для смешивания кормов // Agricultural engineering solutions. – Toshkent, 2024. – №3(7). – B. 59-64. <https://agrieng.com.uz/page59-63>
4. Tursunov J.Sh., Borotov A.N. Granulalash liniyasining ozuqa aralashtirgich qurilmasida kurakchalarning o'rnatilish burchagi ozuqaning sifat darajasiga ta'sirini o'rganish // Agricultural engineering solutions. – Toshkent, 2024. – №4(8). – B. 1-6. <https://agrieng.com.uz/page1-5>
5. Tursunov J.Sh., Borotov A.N. Analysis of the impact of the number and angle of blades in a mixing device on feed quality // Pindus Journal of Culture, Literature and ELT. – 2025. – Vol. 5, №3. – P. 17-20.
<https://journal.academicjournal.online/index.php/literature/article/view/460/432>
6. Borotov A.N., Tursunov J.Sh. Aralashtirish qurilmalarida ishlash xavfsizligi va ozuqa sifatiga ta'sirining tahlili // "Texnosfera xavfsizligi" jurnali. – Toshkent, 2025. – №3(11). – B. 21-23. <https://journals.tiame.uz/Ts/en/issue/view/53>

II qism (II часть, II part)

7. Tursunov J.Sh., Astanaqulov K.D. Granulalash liniyasining ozuqa aralashtirgich qurilmasi konstruksiyasini ishlab chiqish // "Yuqori samarali qishloq xo'jalik mashinalarini yaratish va texnika vositalaridan foydalanish darajasini oshirishning innovatsion yechimlari" xalqaro ilmiy-texnik konferensiyasi ilmiy maqolalar to'plami. – Gulbahor, 2023. – B. 239-242.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.21371011>
8. Tursunov J.Sh., Borotov A.N., Bekzhanov S., Nurjan D., Tursunov Sh., Boykulov U.T., Ernazarov K., Qarshiyev F.U. Development of the construction of the feed mixer device of granulation line // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – Les Ulis, France, 2023. – ETESD-II-2023.
<https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85181161128&origin=recordpage>
9. Tursunov J.Sh., Astanaqulov K.D., Borotov A.N., Tursunov Sh.Ch., Aini Suzana Ariffin. Dependence of the uniformity of feed mixing in the feed mixing device of the granulation line on the number of paddle shaft revolutions and mixing time //

BIO Web of Conferences. – Les Ulis, France, 2024. – Vol. 105. – Article 02011. – AEGISD-IV 2024. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85192512989&origin=recordpage>

10. Tursunov J.Sh., Astanaqulov K.D., Borotov A.N. Kichik chorvachilik xo‘jaliklari uchun granulalash liniyasining ozuqa aralashtirgich qurilmasi sxemasini asoslash // “Agrar sohani innovatsion rivojlantirishning hozirgi davr dolzarb masalalari: muammo va istiqboldagi zamonaviy yechimlari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. – Farg‘ona, 2024. – B. 934-937. https://scientists.uz/co_view.php?id=4037

11. Tursunov J.Sh. Granulalash liniyasining ozuqa aralashtirgich qurilmasida kurakchalarning aylanishlar soniga bog‘liq holda ozuqaning sifat darajasini o‘zgarishi // “O‘zbekiston janubida qishloq xo‘jaligini innovatsion texnologiyalar asosida rivojlantirish istiqbollari” xalqaro ilmiy-texnik anjumani materiallari. – Termiz, 2024. – B. 1166-1170. <https://doi.org/10.5281/zenodo.21371139>

12. Borotov A.N., Tursunov J.Sh. Aralashtirish qurilmasida parraklar soniga bog‘liq holda ozuqaning sifat darajasini o‘zgarishi // “Development of Specialized Higher Education and Science in the Conditions of Globalization: Problems and Opportunities” International Scientific Conference materiallari. – Toshkent, 2025. – B. 9-14. <https://cdn.tiame.uz/assets/uploads/1eb991ac38c545a9a5240f95f407d5cc.pdf>

Avtoreferat Termiz publishing center nashriyoti tahririyatida tahrirdan o'tkazildi va o'zbek, rus, ingliz (tezis) tillaridagi matnlar mosligi tekshirildi (14.09.2026 y.)



Bosishga ruxsat etildi: 22.09.2026-yil.
Ofset bosma qog'oz. Qog'oz bichimi 60x84 1/16.
"Times New Roman" garnituras. Ofset bosma usuli.
Shartli b.t. 3. Adadi 60 nusxa. Buyurtma № 52.
Termiz publishing center nashriyotida chop etildi.
Manzil: Termiz shahri, Ibn Sino ko'chasi, 38 B-uy