

**D.ALIJANOV**

---

**KO‘P QIRRALI ROTORLI DON MAYDALAGICHNING  
ILMIY-TEXNOLOGIK  
ASOSLARI  
*/monografiya/***

**Toshkent-2023**



**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIV TA‘LIM, FAN VA INNOVATSIYALAR VAZIRLIGI**

**“TOSHKENT IRRIGATSIYA VA QISHLOQ XO‘JALIGINI MEXANIZATSIYALASH  
MUHANDISLARI INSTITUTI” MILLIY TADQIQOT UNIVERSITETI**

---

**D. ALIJANOV**

**KO‘P QIRRALI ROTORLI DON MAYDALAGICHNING  
ILMIY-TEXNOLOGIK  
ASOSLARI**

*/monografiya/*

*“TIQXMMI”MTU Ilmiy Kengashi tomonidan ko‘rib chiqildi va chop  
etishga ruxsat etildi*

**Toshkent-2023**

***“Rotorli don maydalagichning ilmiy-texnologik asoslari” mavzusidagi monografiya “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” milliy tadqiqot universitetining Ilmiy Kyengashi tomonidan ko‘rib chiqildi va chop etishga ruxsat berildi***  
***(№ 4\_ 2023yil 4-декабрь)***

**UO‘K 631.319.06**

Monografiyada jaxonda va mamlakatimizda chorvachilik mahsulotlarini yetishtirish va oзуqalar bilan ta‘minlash holati, oзуqa tayyorlashda qo‘llanilgan turli xil mashinalar va maydalagichlarning tuzilishi, texnologik ish jarayonlari, avzallik va kamchiliklari hamda ko‘p qirrali rotorli don maydalagichning parametrlarini asoslash bo‘yicha amalga oshirilgan nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalari, don maydalagich mashinalarini yaratish asoslari va texnologik jarayon modeli to‘g‘risida ma‘lumotlar berilgan. Solishtirma energiya sarfi kam va chorva mollari turlari va yoshi bo‘yicha zootexnik talablarga javob beradigan don maydalagich mashinasining yangi konstruksiyasi ishlab chiqilgan va uni sinash natijalari keltirilgan.

Ushbu monografiya donlarni maydalash mashinasini ishlab chiqish, loyihalash, yasash hamda sinash masalari bilan shug‘ullanuvchi ilmiy xodimlar, konstruktorlar, muhandislar katta ilmiy xodim-izlanuvchilar, mustaqil izlanuvchilar hamda bakalavr, magistratura talabalari uchun mo‘ljallangan.

Monografiya A-13-320 va QXI-11-011 loyihalari doirasida bajarilgan tadqiqotlar natijalari asosida yozildi.

<b>Tuzuvchilar:</b>	<b>D. Alijanov</b>	“Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” milliy tadqiqot universiteti
<b>Taqrizchilar:</b>	<b>M. Djiyanov</b>	Toshkent davlat agrar universiteti “Qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish” kafedrası mudiri, dotsent, t.f.f.d
	<b>B.M.Xudayarov</b>	“TIQMMI” MTU, texnika fanlari doktori, professor

---

D. Alijanov

/Ko‘p qirrali rotorli don maydalagichning ilmiy-texnologik asoslari/  
Monografiya. –T.: “TIQXMMI” MTU, 2023. 113 b.

---

© “Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti

## KIRISH

Jaxonda chorvachilikni to'liq qiymatli ozuqalar bilan ta'minlash orqali chorvachilik mahsulotlarini yetishtirish samaradorligini oshirishda yangi resurs tejaydigan texnologiyalar va texnik vositalarni qo'llash yetakchi o'rin tutadi. «Dunyo miqyosida so'nggi yillarda chorvachilik mahsulotlari, jumladan go'shtga bo'lgan talab 3 marta oshganligi va 2030 yilga borib yana 2 martaga ortishi kutilayotganligini hisobga olsak...» chorvachilik xo'jaliklarini to'liq qiymatli ozuqalar bilan ta'minlash muhim vazifalardan biri hisoblanadi [1, 2]. Shu jihatdan energiya-resurstejamkor ozuqa maydalash qurilmalarini ishlab chiqarishga katta e'tibor qaratilmoqda.

O'zbekistonda chorvachilik xo'jaliklari uchun energiya va metall sarfi kam bo'lgan va yuqori samaradorlikka ega resurstejamkor texnika vositalari va qurilmalari ishlab chiqish yuzasidan keng qamrovli chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. 2017-2021 yillarda O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasida, jumladan, «...qishloq xo'jaligini modernizatsiya qilish, qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqarishni izchil rivojlantirish, mamlakatimiz oziq-ovqat xavfsizligini yanada mustahkamlash, o'simlik moyi ishlab chiqarishni ko'paytirish...» [3] vazifalari belgilab berilgan.

Ushbu vazifalarini amalga oshirishda, jumladan chorvachilik mahsulotlari ishlab chiqarishni ko'paytirish hisobiga oziq-ovqat xavfsizligini ta'minlash, ishlab chiqarishning zamonaviy usullarini keng joriy etish, bu orqali qo'shilgan qiymat kooperatsiya munosabatlarini rivojlantirish, zanjirini yaratish, chorvachilik sohasi va uning tarmoqlarini davlat tomonidan qo'llab quvvatlash, shuningdek, mazkur sohada zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari va ilm-fan yutuqlaridan samarali foydalanishni tashkil etish maysadida O'zbekiston Respublikasi prezidentining 2022 yil 8 fevraldagi PQ - 120 - sonli "O'zbekiston Respublikasida chorvachilik sohasi va uning tarmoqlarini rivojlantirish bo'yicha 2022-2026 yillarga mo'ljallangan dasturni tasdiqlash to'g'risidagi va chorvachilik tarmoqlarini yanada rivojlantirish, chorvachilik xo'jaliklarini moliyaviy qo'llab-

quvvatlash, chorva ozuqa bazasini yanada ko'paytirish, shuningdek, aholining yirik chorvachilik xo'jaliklari va chorvachilik mahsulotlari qayta ishlovchilar bilan hamkorlikdagi faoliyati asosida o'zxonadonlarida chorva mollarini boqishni tashkil etish va chorva ozuqa bazasida bo'lgan talabini qondirish maqsadida 2022 yil 8 - fevraldagi PQ - 121 - sonli "Chorvachilikni yanada rivojlantirish va chorva ozuqa bazasini mustaxkallash chora-tadbirlari tug'risidagi" qarorlari chiqqan. O'zbekiston Respublikasida chorvachilik sohasi va uning tarmoqlarini rivojlantirish bo'yicha 2022-2026 yillarga mo'ljallangan dastur mo'ljallangan dastur va uning tarmoqlarini jadal rivojlantirish, chorvachilik sohasi respublika aholisini oziq-ovqat mahsulotlari bilan barqaror ta'minlash va ishlab chiqarish imkoniyatlarini kengaytirish bo'yicha ustuvor maqsad va vazifalarni belgilashga qaratilgan [4, 5].

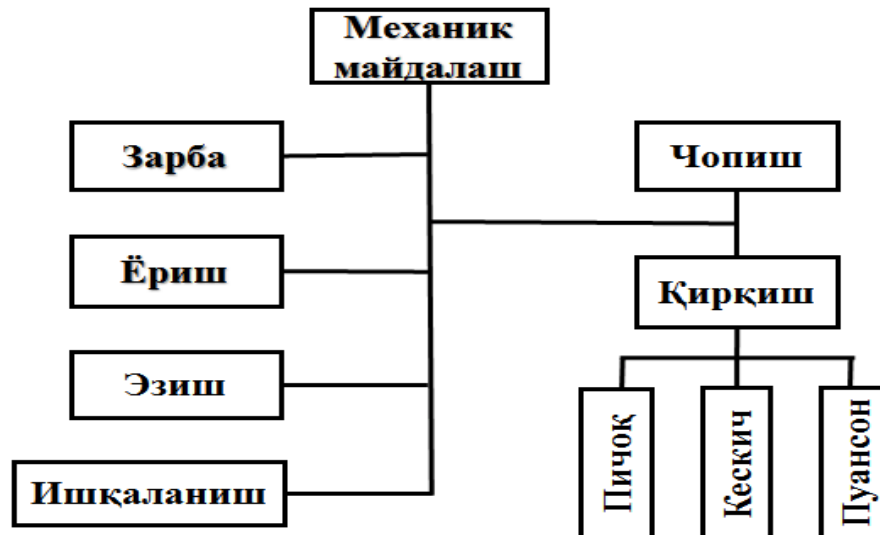
Dunyoda chorvachilik xo'jaliklari uchun donlarni maydalash yo'li bilan ozuqa tayyorlashning resurstejamkor texnologiyalari va texnika vositalarining yangi turlarini yaratish va ularning texnologik ish jarayonlarini asoslashga yo'naltirilgan ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda. Shu jihatdan solishtirma energiya sarfi kam va chorva mollari turlari va yoshi bo'yicha zootexnik talablarga javob beradigan maydalangan don mahsulotlari olish va uning asosida changsimon fraksiya qismi 5 % dan ko'p bo'lmasligini ta'minlaydigan rotorli don maydalagichni ishlab chiqish va parametrlarini asoslash bugungi kunda dolzarb ilmiy va amaliy masalalardan biri hisoblanadi.

# I-BOB. DON MATERIALLARINI MAYDALASH QURILMALARINING KONSTRUKSIYALARI VA RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI

## 1.1-§. Don materiallarini maydalash jihozlari konstruksiyalarining sharhi va tahlili

Omuxta yem ishlab chiqarishda asosiy texnologik operatsiyalardan biri bu komponentlarni maydalashdir. Komponentlarni kerakli kattaligacha maydalash chorva mollari tomonidan omuxta yem tarkibidagi to'yimli moddalarni to'liqroq o'zlashtirilishini ta'minlaydi va komponentlarning miqdorlagichdan so'ng aralashtirgichda bir xil aralashishini ta'minlaydi [22; 227-235-b, 23; 267-269-b, 24; 256-b.].

Bugungi kunda maydalashning har xil usullari mavjud. Bular zarba bilan urib maydalash, ishqalash, ezish, yorish, qirqish. Donni mexanik usulda maydalashga ikki asosiy jarayonni kiritish mumkin: qirqish va parchalash (1.1-rasm).

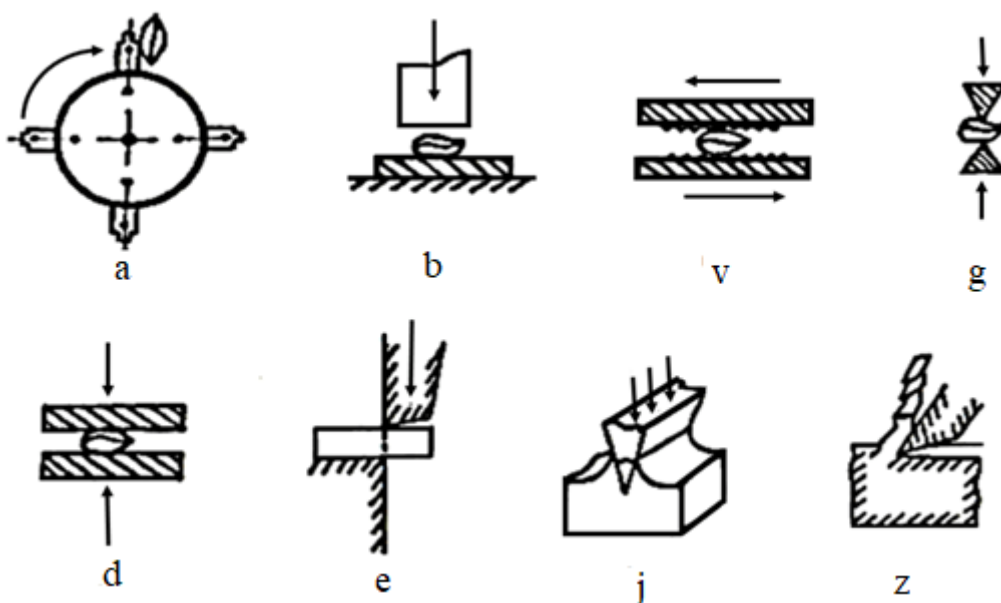


1.1-rasm. Mexanik maydalash usullarining sinflanishi

Parchalash jarayonini zarba bilan urib, yorib, ezib va ishqalab amalga oshirish mumkin. Hozirgi kunda ushbu uslublarning aniq toza holda bitta turi qo'llanilgan don maydalagich yaratilmagan.

Ko'pchilik tadqiqotchilarning fikri bo'yicha qirqish uslubi donni maydalashda kam enyergiya sarflanadigan jarayon deb hisoblanadi. Quruq don o'zining fizik-mexanik xususiyati bilan abraziv materiallarga yaqin keladi, pichoqning talab etiladigan o'tkir qirralarini uzoq muddat o'tirligicha saqlab bo'lmaydi, bu esa ushbu uslubni amaliy qo'llanilishini chegaralaydi [25; 61-63-b].

Har xil turdagi mashinalarda mexanik maydalash uslubini tanlash maydalanilayotgan material fizik-mexanik xususiyati va maydalangan yormaga qo'yiladigan har xil texnologik talablarga bog'liq. Masalan, materialni erkin zarba bilan maydalashda, material maydalagichning ikki ishchi organi oralig'ida maydalanadi (1.2, a va b -rasmlar).



a-erkin zarba; b-chegaralangan zarba; v-ishqalash; g-yorish; d-ezish;  
ye, j, z-qirqish.

### 1.2-rasm. Maydalash uslublari va sxemalari

Erkin zarbada material parchalanishi uning ishchi organ bilan havoda to'qnashishi natijasida sodir bo'ladi. Bunday parchalanish samarasi to'qnashish tezligi bilan aniqlanadi.

Yorishda material maydalagich ishchi elementlari bilan uzatilayotgan eng ko'p kuchlanish konsentratsiyasi bo'lgan joylarda parchalanadi (1.2, g-rasm).



Ezishda material kuchlanish ta'sirida barcha hajmi bo'yicha deformatsiyalanadi (1.2, d-rasm). Parchalanish unumi ichki kuchlanish qismi mustahkamligi chegarasi kattalashganda sodir bo'ladi.

Arralash va qirqishda material oldindan belgilangan o'lcham va shaklda qismlarga bo'linadi (1.2, ye, j, z-rasm.). Jarayonni boshqarish mumkin.

Tayyor mahsulot sifati va agregat ish unumi to'g'ri tanlangan maydalash uslubi va maydalash mashinasiga bog'liq.

Ushbu yuqorida qayd etilgan operatsiyalarni bajarish uchun har xil turdagi maydalagichlar ishlatiladi. Ulardan hozirgi kunda qishloq xo'jaligida ko'p qo'llaniladiganlarini ko'rib chiqamiz.

Donga ta'sir etish prinsipi bo'yicha ularni uch guruhga bo'lish mumkin: jo'vali maydalash mashinalari, silindrli mashinalar va markazdan qochma ishlaydigan maydalagichlar [26; 256-b, 27; 256-b.].

Jo'vali maydalagichlar donlarni maydalash va boshqa ekin mahsulotlarini un uchun maydalashga mo'ljallangan.

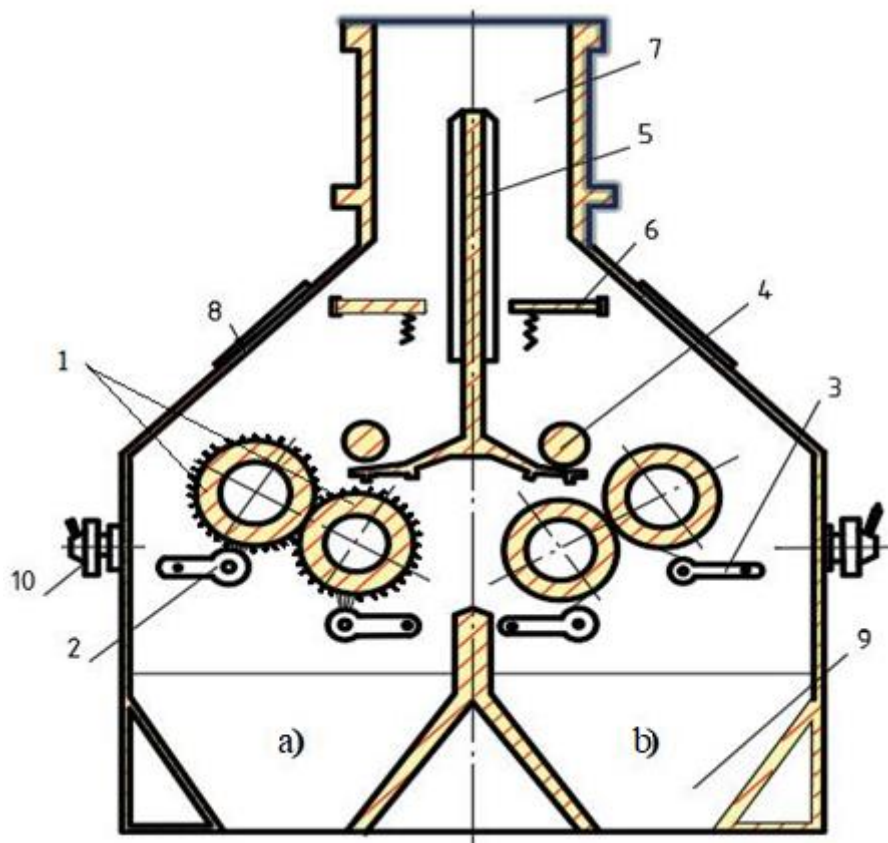
Sobiq ittifoq (SSSR) da maydalagichlarning 60 foizini jo'vali maydalagichlar tashkil etgan. AQSH, Angliya, Yaponiya, Germaniya va boshqa xorijiy mamlakatlarda ham don mahsulotlarini maydalashda asosan jo'vali maydalagichlardan foydalanib kelinmoqda [28;14-16 b.].

Jo'vali maydalagichda (1.3, a-rasm) don tartibli parallel joylashgan va bir biriga qarama qarshi har xil tezlikda aylanadigan ikki silindrlik vales oralig'ida maydalaniladi. Don un olish uchun maydalanganda siqish va surish kuchlari ta'sirida maydalanadi [29; 126-b.].

Ezishda (1.3, b-rasm) don tartibli, parallel joylashgan va bir biriga qarama-qarshi bir xil tezlikda harakatlanadigan ikki silindrli baraban oralig'ida maydalaniladi. Baraban yuzalari tekis va mahsulot bo'lakchasiga faqat siqish kuchlari ta'sir etadi.

Jo'vali maydalagichlarning ishonchliligini ta'minlash uchun maydalagichlar alohida avtonom ikki bo'lakda turadi va umumiy ramaga montaj qilinadi. Har bir alohida bo'lagi quyidagi asosiy qismlardan: ikkita jo'va juftligi, jo'valar

podshipnik ulagichlari, yuritmadan, jo‘va oralig‘i yuritmasidan, ta‘minlash mexanizmidan, parallellikka rostlash va parallel yaqinlatish mexanizmidan, boshqarish qurilmasidan tashkil topgan.



a-rifli jo‘vali; b-yassi jo‘vali; 1-valeslar; 2-uyetkalar; 3-qirgichlar; 4-me‘yorlagichlar; 5-taqsimlash ustini; 6-tebratgich; 7-yuklash bo‘g‘izi; 8-qarash darchasi; 9-to‘kish konuslari; 10-vales parallelligini rostlash tasmasi

### 1.3-rasm. Jo‘vali maydalagichlar

Maydalagichning avtonom ikki bo‘lagi ko‘p holatlarda har biri alohida elektrodvigatellardan shesternali yoki zanjirli uzatma bilan harakatga keltiriladi.

Jo‘valar ishchi yuzalariga elektroeroziyali yoki abraziv usul bilan ishlov berilib g‘adir-budirlik (tish) hosil qilinadi [30; 148-b, 31; 144-b.]. G‘adir-budurlik yoki boshqacha aytganda tishlar o‘tkir qirralari va tish yonlari bir-biriga joylashishiga nisbatan juft tushayotgan jo‘valarning maydalash zonasida to‘rt xil holat bilan farqlanadi.

Tishlarning bir-biriga nisbatan joylashishini tanlash «Tegirmonlarda texnologik jarayonlarni tashkil qilish va joriy etish» qoidalari, tavsiyalari asosida hamma birlamchi o'lchamlarida amalga oshiriladi: don navi, unning fizik-texnologik hususiyatlari, miqdori va mahsulot sifati.

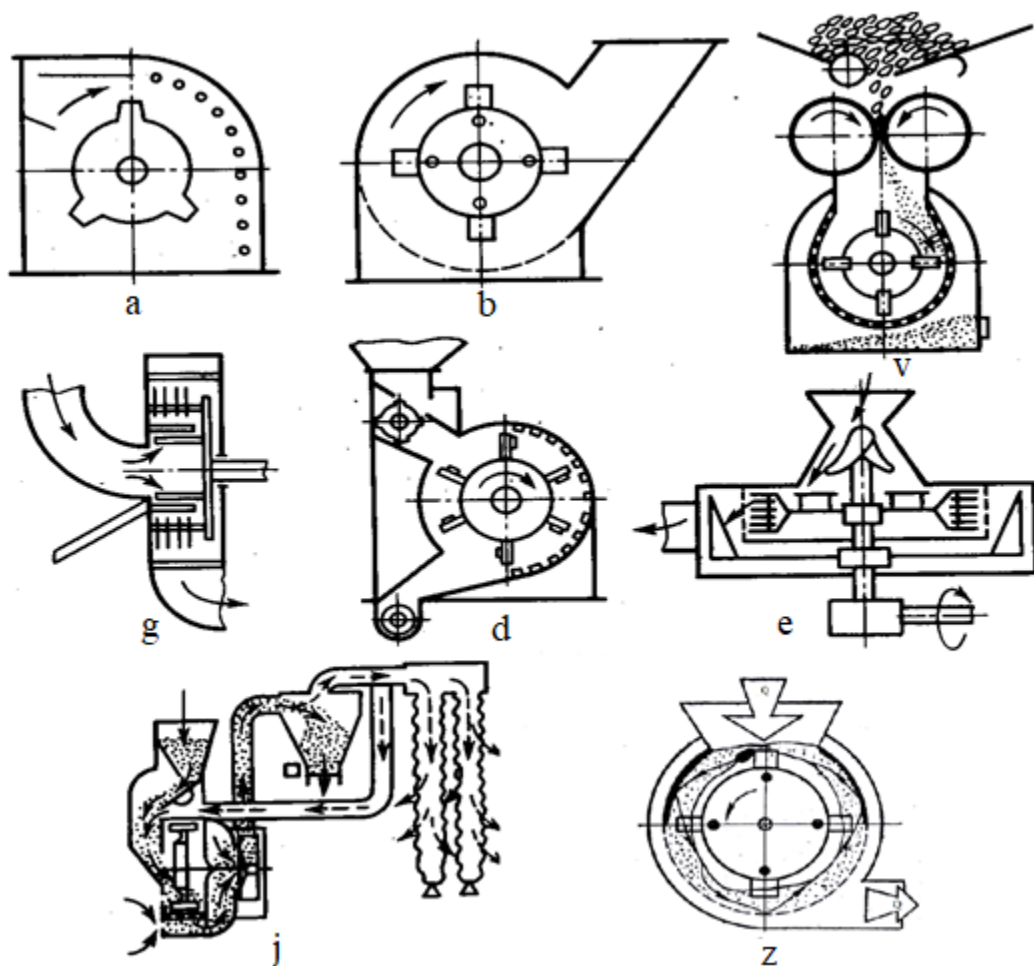
Jo'vali tegirmonlarning asosiy kamchiligi maydalash koeffitsiyentining pastligi, natijada donni bir necha marta maydalashga yoki ketma-ket bir necha mashinani qo'yishga to'g'ri keladi.

Ozuqa tayyorlash texnologiyasida markazdan qochirma maydalagichlar-bu bolg'achali maydalagichlar asosiy mashinalar hisoblanadi. Qurilma soddaligi, ish unumi yuqori va ishonchliligi, kompaktiligi, ishchi organlarning yuqori tezligi, ishchi rejimlarining dinamikligi va mashina valining to'g'ridan-to'g'ri elektrodvigatel vali bilan ulanishi ularni xalq xo'jaligi hamma tarmoqlarida keng qo'llash imkoniyatini yaratgan [32; 540-b].

Shu bilan birga bolg'achali maydalagichlarning ma'lum darajada kamchiliklari mavjud: energiya sig'imi yuqori, granulometrik tarkibining bir xil emasligi, haddan tashqari maydalangan zarrachalarning ko'pligi, ishchi organlarning intensiv yeyilishi.

Qishloq xo'jaligiga mo'ljallangan bolg'achali maydalagichlarning tipik sxemalari 1.4-rasmda keltirilgan. Don maydalagich yuklash bunkerini, korpus, bolg'achali baraban, sharnir osilgan bolg'achalar, g'alvir va dekalardan tuzilgan.

Ichki kamerada ishlash jarayonini tashkil etish bo'yicha don maydalagichlar ochiq (1.4, a-rasm) yoki yopiq (1.4, b-rasm,) turlarga bo'linadi. Ochiq turdagi maydalagich kameralaridan mahsulot o'z aylanasi bo'ylab harakatlanishida yana aylanishni davom ettirishga yetkazmasdan olib ketiladi. Bunday kameralarda asosan katta bo'lakli, mo'rt va quruq materiallar (granullar, bor, chig'anoq, tuz) maydalaniladi. Asosiy mexanik faktori katta massaga bolg'acha bilan erkin zarba berishdir.



a-ochiq turdagi; b-yopiq turdagi; v, g-ikki stadiyali; d-ishchi organlari mahkam qotirilgan; ye-gorizontal; j-berk havo oqimli; z-ishchi organlari sharnirli mahkamlangan.

#### 1.4-rasm. Qishloq xo'jaligiga mo'ljallangan bolg'achali don maydalagichlarning konstruktiv-texnologik sxemalari [40]

Yopiq turdagi don maydalagichlarda deka panjarasi barabanni to'liq qamraydi va don yanchish kamerasiga tushgan material o'z harakatlanishi jarayonida bir necha marta aylanma harakat qiladi. Bu yerda material bir necha marta bolg'achaning zarba bilan ta'sirida va harakatlanish jarayonida qatlamdan o'tishda ishqalanish natijasida maydalanadi.

Bolg'achali don maydalagichlarda don erkin tushib kelishida unga po'lat bolg'achalarning zarbalari ta'sirida bo'laklarga ajraladi. Keyingi maydalanishlar asosan shtamplanib ishlangan po'lat g'alvir yuzalariga ishqalanish natijasida bajariladi [32; 540-b, 33; 121-127-b, 34; 440-b.].

Bolg'achali maydalagichlarning asosiy kamchiligi solishtirma energiya sarfi yuqoriligi, ishchi organlarining tez yeyilishi va maydalangan mahsulotda changsimon fraksiyaning belgilangan miqdordan ortiq chiqishidir.

### **1.2-§. Don materiallarini maydalash uchun mavjud kichik gabaritli qurilmalarning sharhi va tahlili**

Noyob, yuqori ish unumli jihozlar bilan birga kichik partiyali materiallarni maydalash uchun qator maydalash qurilmalari ishlab chiqilgan. Ular kukunli metallurgiya sanoatida kukun olish uchun [35], laboratoriya tadqiqotlarida qorishmalarni boyitish uchun, dori va oziq-ovqat qorishmalarini tayyorlash uchun va kam hollarda donlarni maydalash uchun qo'llaniladi. Shu bilan birga kichik gabaritli tegirmonlar konstruksiyalari noyob jihozlar, kichraytirilgan qoliplar bo'lishi mumkin.

Maydalash qurilmalari ichida diskli tegirmonlar ko'proq, keng tarqalgan bo'lib, AQSH va Angliyada qishloq xo'jaligi mahsulotlari yetishtiruvchi kichik fermer xo'jaliklari uchun namligi yuqori donli materillarni maydalash va yirik o'lchamli maydalangan mahsulot olishda diskli maydalagichlarni qo'llash samarali deb hisoblashadi. AQSHda ish unumi 0,2 dan 15 t/soat gacha bo'lgan 18 dan ortiq diskli maydalagich modellari ishlab chiqariladi [28; 140-b, 36; 336-b 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49], ularning rivojlanishini shartli uch yo'nalishga bo'lish mumkin.

Birinchidan, maydalash organlarini yeyilishga chidamligini oshirish yoki ularni tayyorlash uchun maxsus materiallardan foydalanish, ya'ni ishchi organlar yuzalarini mustahkamlash yoki har xil qattqlikdagi disklarni tayyorlash yo'li. Disklar ishchi zonasiga abraziv materiallar bo'lakchalari qo'yiladi, ular tishlar hosil qilib, mikroqirqish yordamida maydalanish ta'minlanadi.

Ikkinchidan, dezintegrator va desmembrator rejimlarida ishlaydigan diskli tegirmonlar ishlab chiqarilmoqda [37, 50].

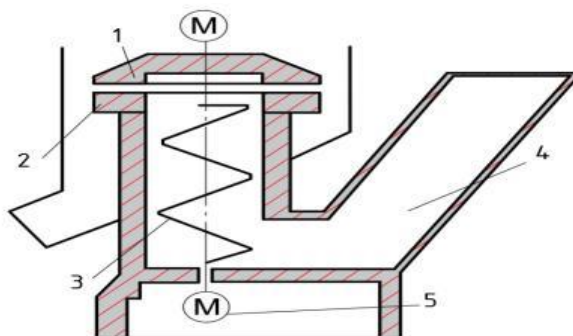
Uchinchidan, maydalash organlari geometriyasi har xil variatsiyalanadi, ya'ni ularning ishchi yuzalarida har xil ariqchalar, chiqish ariqchalari qilinadi [38, 44, 46], ular jarayonni intensivlashtiradi. Ularning asosiy kamchiliklaridan biri konstruksiyasi murakkab.

Kichik gabaritli tegirmonlar ba'zi konstruksiyalarida shnekli mexanizmlar joriy etilgan, texnik mohiyatiga qarab shneklarni uch turga bo'lish mumkin:

ta'minlovchi, maydalash zonasiga mahsulotni uzatib beruvchi [41, 53, 54, 55], (1.5-rasm);

ekstruziyali, bosim hosil qiluvchi, bosim materialni maydalashga olib keladi [56];

maydalagichli, materiallarni maydalashga mo'ljallangan [57, 58].

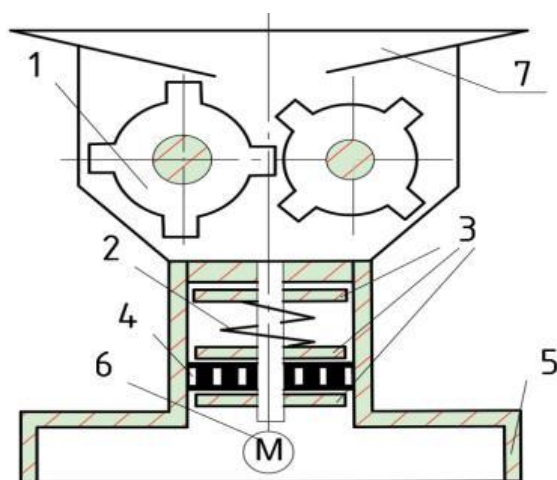


1-aylanuvchi tegirmon; 2-qo'zg'almas tegirmon; 3-shnek ko'targich; 4-yuklash bunkeri; 5-yuritma

### **1.5-rasm. Materiallarni maydalash uchun qurilma [47]**

Yuqorida qayd etilgan maydalagichlar turlaridan bir vaqtda bir nechtasini qo'llaydigan murakkab konstruksiyalar ham yaratilgan.

Metall kukunlarini maydalagich qurilmasi [59] bir vaqtda ikki mexanizmda, maydalagich va jo'valarda amalga oshiriladi, so'nggi maydalash juft pichoqlarning kolosnikli to'rga nisbatan harakatlanishi natijasida amalga oshiriladi, shu bilan birga materialni uzatish uchun shnek qo'llangan (1.6-rasm).



1-valeslar; 2-shnek; 3-pichoqlar; 4-kolosnikli to‘r; 5-korpus; 6-yuritma; 7-yuklash bunker

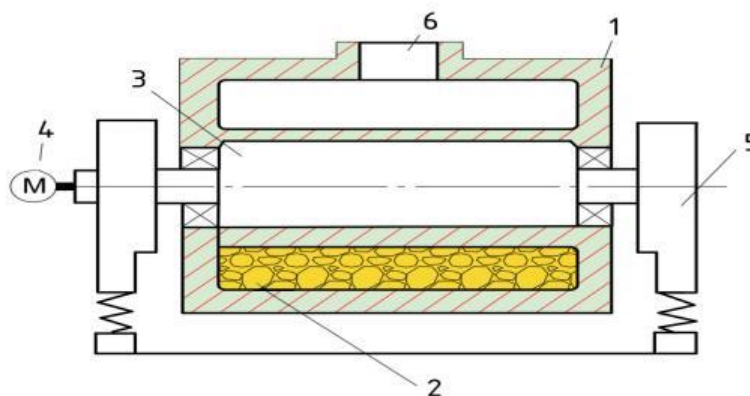
### 1.6-rasm. Maydalash uchun qurilma [42]

Kichik gabaritli tegirmonlarni loyihalashda ko‘p xollarda vibratsiyali yoki inersiyali qurilmalar qo‘llaniladi [35, 51, 60; 792-b, 61; 33-36-b, 62, 63; 297-b, 64; 50-b, 65, 66; 2-b, 67; 4-b, 68; 231-b, 69, 70; 34-34-b.]. O‘z navbatida ular tog‘-kon zavodlari, qurilish korxonalarida qo‘llaniladigan jihozlar analogidir. Ular ichida barabanli tebranma tegirmonni ajratib ko‘rsatish mumkin [60, 65, 69], maydalash organlari shar va sterjenlar bo‘lib, mahsulot bilan bir vaqtda yuklaniladi (1.7-rasm), so‘nggisi o‘z navbatida aylanma valga o‘rnatilgan va oxiriga tebratgich (vibrator) o‘rnatilgan.

Asosiy kamchiliklari konstruksiyasi murakkab, ish unumi past bo‘lib, solishtirma energiya sarfi yuqoriligidadir.

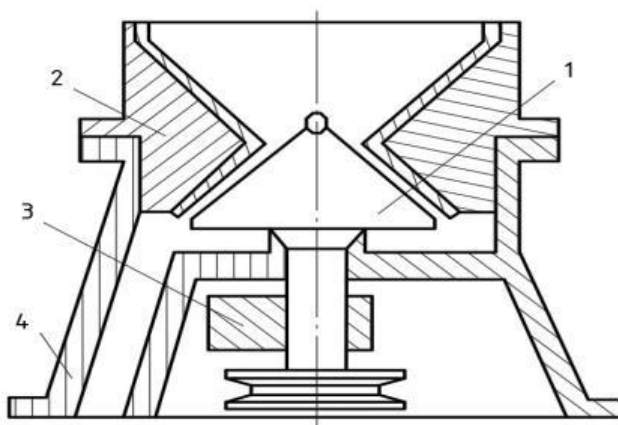
Hozirgi kunda istiqbolli ishlanmalaridan biri konusli inersion don maydalagichdir [35, 51, 70; 34-35-b, 71; 224-b.], ular ko‘pchilik rivojlangan mamlakatlarda ishlab chiqarilmoqda (1.8-rasm).

Konusli inersion don maydalagichda material bo‘laklari siklik kuchlar ta‘sirida parchalanadi. Don maydalagich ishchi konusi vibrator debalansi ta‘sirida rasional harkatlanishni amalga oshiradi.



1-baraban; 2-maydalagich qismlari; 3-tegirmon vali; vibrator; 4-tegirmon yuritmasi; 5-stanina; 6-yuklash quvuri

**1.7-rasm. Barabanli tebranma tegirmon**



1-maydalagich konusi, 2-konusli tavoq, 3-debalans tebratgich, 4-yuritma va korpus

**1.8-rasm. Konusli inersion don maydalagich**

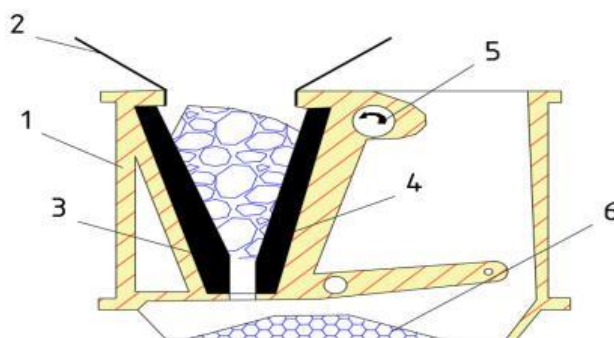
Laboratoriya uchun maydalagichlar ishlab chiqaruvchi korxonalar ichida «Frige GMBX» firmasini aytib o‘tish kerak, uning mahsulotlarida amaliy mavjud maydalagichlarning hamma konstruksiyalari va texnologik sxemalari mujassamlangan

Asosiy kamchiligi juda shovqin bilan ishlaydi, maydalangan mahsulot tarqalishi keng.

So‘nggi yillarda Rossiyada intensiv ravishda jag‘li don maydalagichlar va rotorli-pichoqli tegirmonlar ishlab chiqarila boshlandi [40].



Jag‘simon maydalagichlar (1.9-rasm) har xil qattiqlikdagi mo‘rt materiallarni yanchishga mo‘ljallangan. Ferroslov, tog‘ jinslari, keramika, oyna, qurilish materiallarini maydalashga mo‘ljallangan.



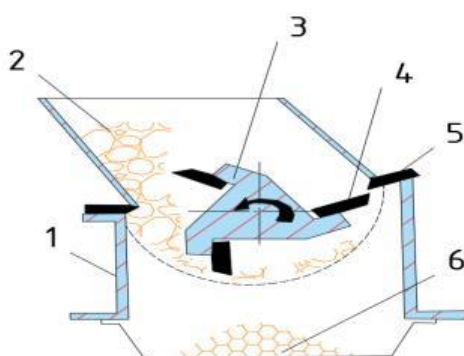
1-korpus; 2-bunker; 3-qo‘zg‘almasjag‘; 4-qo‘zg‘aluvchan jag‘; 5-qo‘zg‘aluvchan jag‘ yuritmasi; 6-taglik

**1.9-rasm. Jag‘simon don maydalagich**

Asosiy kamchiligi don materiallarini maydalashda samarasi past.

Rotorli-pichoqli tegirmonlar hajmli va yumshoq, o‘rta qattiqlikdagi, tolali va syellyulozali materiallarni ortiqcha maydalamasdan maydalashga mo‘ljallangan [40, 41]. Plastmassa chiqindilari, tekstil, qog‘oz, o‘simlik mahsulotlarini maydalashda ishlatiladi (1.10-rasm).

Asosiy kamchiligi don materiallarini maydalashda samarasi past, ya’ni donni maydalashga mo‘ljallanmagan.

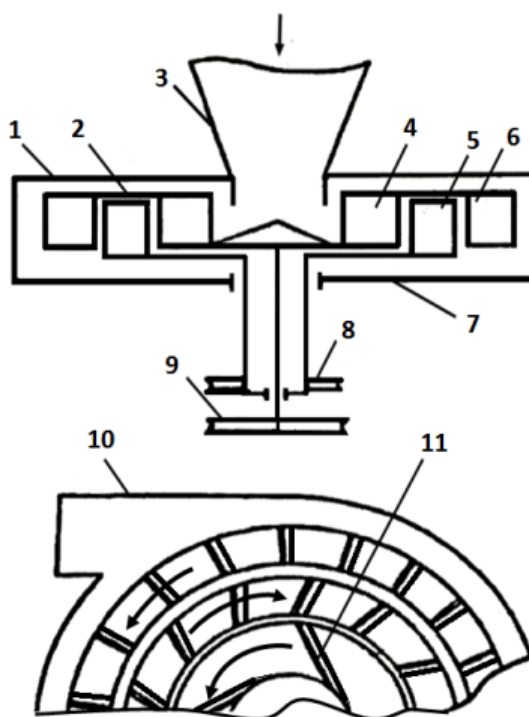


1-korpus; 2-bunker; 3-pichoqli baraban; 4-pichoq; 5-qarama-qarshi kesim plastinkasi; 6-taglik

**1.10-rasm. Rotorli-pichog‘li tegirmon**

Markazdan qochma don maydalagichlarni tadqiq qilish bo'yicha qator olimlar ilmiy izlanishlar olib borishgan [72; 215-b, 73; 207-b, 74; 49-b, 75; 221-b; 77; 24-35-b, 78; 22-39-b, 79; 46-57-b, 80; 17-23-b].

S.V.Zolotorev tomonidan qarama-qarshi harakatlanadigan yassi ishchi organlar mahkamlangan rotor bilan markazdan qochma don maydalagich tavsiya etilgan va tadqiqotlar olib borilgan (1.11-rasm).



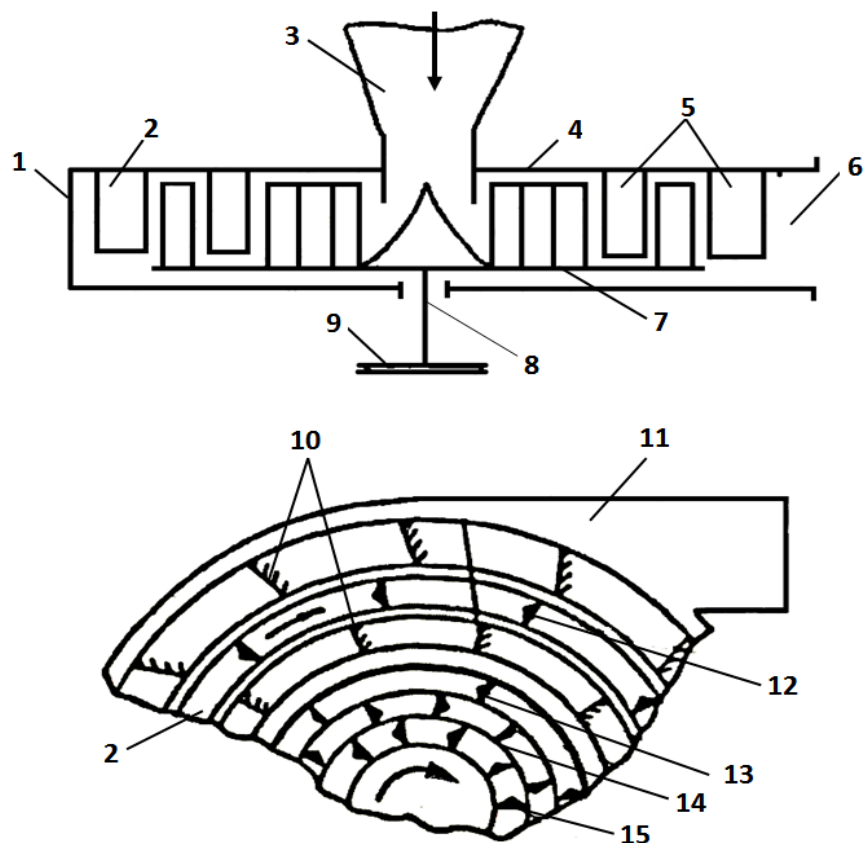
1-korpus; 2, 7-rotorli ishchi organlar; 3-yuklash bunkeri; 4, 5, va 6-maydalash elementlari; 8-yuritma shkivi; 9-ponasimon tasmali yuritma; 10-to'kish novi; 11-yo'naltirgich.

### 1.11-rasm. Markazdan qochma don maydalagich sxemasi

Markazdan qochma don maydalagich korpus 1, to'kish novi 10, yuklash bunkeri 3, rotorli ishchi organlar 2 va 7 lardan tashkil topgan. Yuqori 2 va pastki 7 rotorlar vertikal val stupisalarga mahkamlangan. Don maydalagich yuritmasi shkiiv 8 va ponasimon tasmali uzatma 9 dan ikki elektrodvigatel yordamida harakatga keladi. Aylanish chatotasi 2970 r/min [74; 49-b, 75; 221-b, 76;-50-b].

M.D.Malayev markazdan qochma ishlaydigan tegirmonda donni maydalash jarayonini o'rgangan. Markazdan qochma tegirmon (1.12-rasm) yuqori val

flanesiga disk-asos 7 mahkamlangan, uning aylanasi bo‘ylab maxsus shakldagi halqa 2 joylashgan. Halqada qator plastinalar 5 va kamera 11 yon yuzasi tayyor mahsulotni chiqarish vazifasini bajaradi va nov 6 ga uzatadi. Disksimon qopqoq 4 kirish bo‘g‘izi 3 ning davomi hisoblanadi. Disk 7 haydash kamerasi 8 yuqori qismida joylashgan, ularda ishchi kurak 12, 13, 14, 15 lar mavjud [73; 76-79-b].



1-korpus; 2-maxsus shaklli xalqa; 3-kirish bo‘g‘izi; 4-disksimon qopqoq; 5-plastinalar; 6-nov; 7-disk; 8-val; 9-shkiv; 10 -kamera; 11-to‘kish novi; 12, 13, 14, 15-ishchi kuraklar

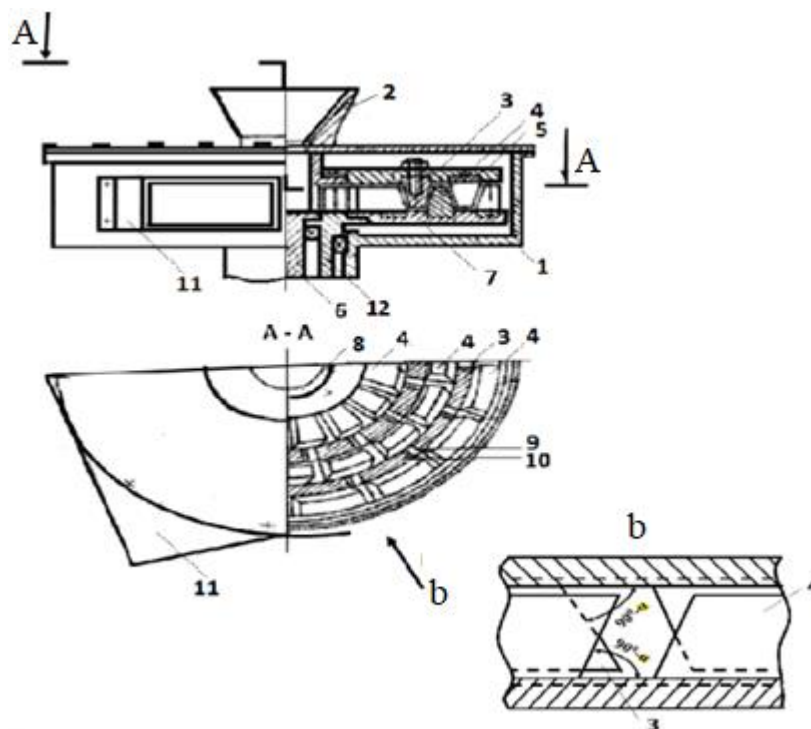
### 1.12-rasm. Markazdan qochma tegirmon sxemasi

Ko‘rib chiqilgan markazdan qochma don maydalagichlarning asosiy kamchiliklari maydalash sifati past, ish unumini ko‘paytirish maqsadida aylanishlar soni ko‘paytirilsa maydalanmagan butun donlar chiqishi ko‘payadi.

N.S.Sergeyev tomonidan donni qirqish va yorish uslubiga asoslangan markazdan qochma don maydalagich yaratildi. U korpus 1, yuklash patrubkasi 2 va mahsulotni chiqarish korpus qorqog‘i 11 dan tuzilgan. Korpus 1 ichida

gorizontal va qarama-qarshi o'qli ikki disk o'rnatilgan: yuqorigi 5 va pastki 7, ular reversiv aylanish imkoniyatiga ega [25; 137-140-b.].

5 va 7 disklarning ishchi yuzalarida halqasimon chiziqlar 3 va 4 qilingan (1.13 rasm). Yuqori disk halqasimon chiziqlari pastki disk chiziqlari oralig'iga joylashgan. Halqasimon chiziq 3 va 4 larda radial yo'nalishda o'tadigan pazlar 9 qilingan. Pastki disk 7, g'ovak val 12 flanesi, yuqori disk 5 g'ovak val 12 ga qarama-qarshi joylashgan val 6 flanesiga qotirilgan.



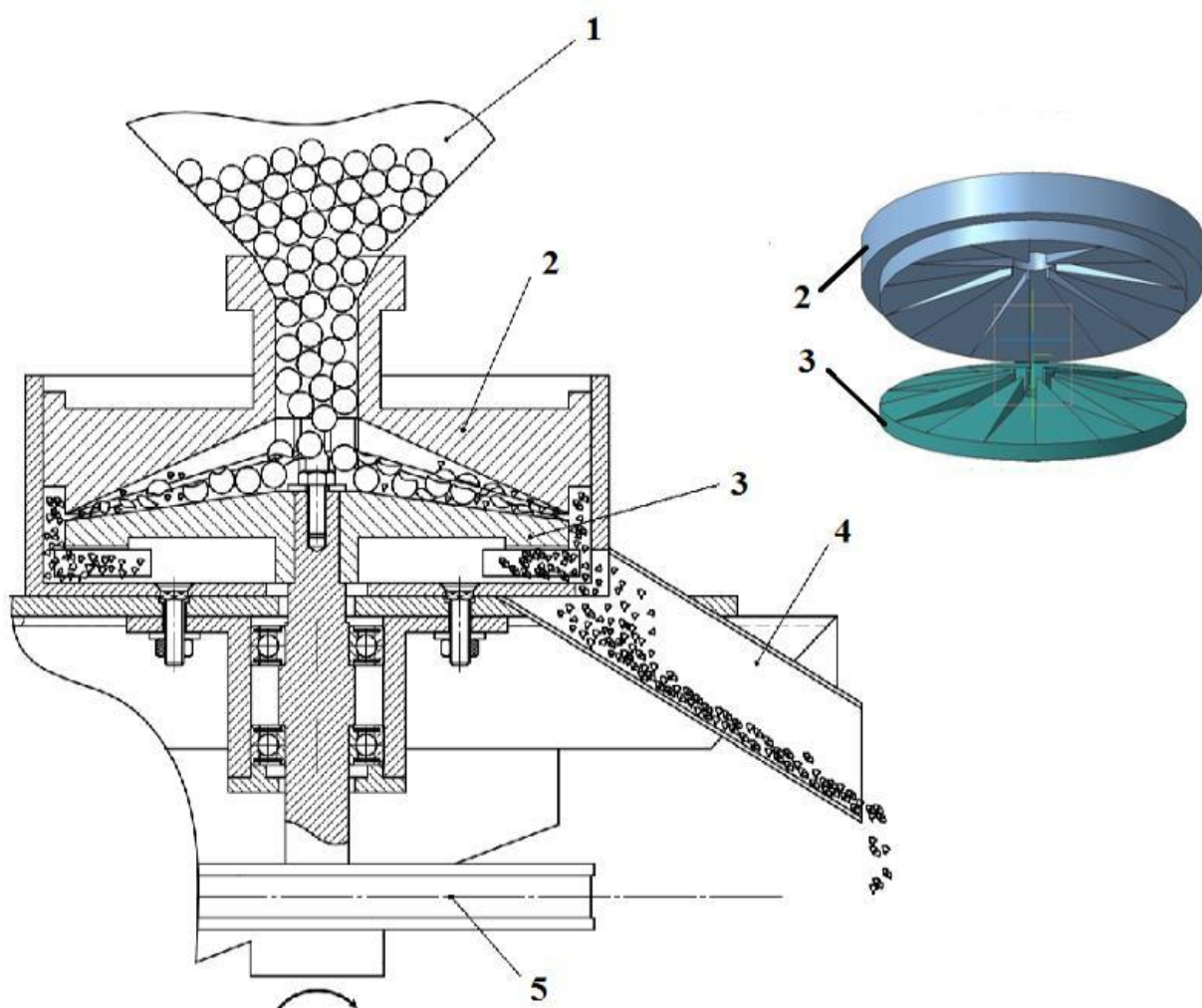
1-korpus; 2-yuklash patrubkasi; 3,4-halqasimon chiziqlar; 5, 7-yuqorigi va pastki disklar; 6-val; 8, 9-radial joylashgan pazlar; 10, 11, 12-g'ovak val

### 1.13-rasm. Markazdan qochma rotorli don maydalagich sxemasi

Asosiy kamchiligi konstruksiyasi murakkab, metall sig'imi yuqori.

Sh.X.Abduraxmonov tomonidan kichik ish unumli rotorli don maydalagich konstruktiv-texnologik sxemasi ishlab chiqilgan (1.14-rasm). Maydalagich donni qabul qilish bunker (1), qo'zg'almas ishchi organ stator (2), qo'zg'aluvchan rotor (3), to'kish novi (4) va qo'zg'aluvchi ishchi organ rotor valiga harakatni tasma yordamida uzatuvchi shkiv (5) dan tuzilgan va u quyidagicha ishlaydi. Don mahsulotlari harakati bunker 1 dan boshlanib, ta'minot bo'g'izi orqali o'tadi va markazdan qochma kuch ta'sirida stator va rotor pazlariga kelib tushib, ular

orasida maydalanadi. Maydalangan mahsulot ishchi kameradan chiqgach yuklash kurakchalari yordamida to‘kish noviga uzatiladi.



1-bunker; 2- stator; 3-rotor; 4-to‘kish novi; 5-shkiv

### 1.14-rasm. Rotorli don maydalagichning texnologik sxemasi

Asosiy kamchiliklaridan biri ishchi pazlarni tayyorlash qiyinchiliklar to‘g‘diradi va ishlash jarayonida pazlar qirralari tez yeyiladi.

Kichik o‘lchamli don maydalagichlarni loyihalashdan oldin qishloq xo‘jalik materiallarini maydalash uchun mavjud bo‘lgan maydalagichlarni tahlil qilish talab etiladi. Shuning uchun ular shartli to‘rt guruhga bo‘lindi: shnekli qurilmalar; tebranma va inersialli don maydalagichlar; laboratoriya uchun mo‘ljallangan maydalash apparatlari, diskli tegirmonlar.

Shnekli qurilmalar va don maydalagichlarning asosiy kamchiliklari material bo‘lakchasiga ta’sir etish tavsifidadir, ya’ni ular don mahsulotlarini samarali maydalashni ta’minlay olmaydi. Undan tashqari ba’zi tegirmonlarda shnek faqat materialni tarnsportirovka qilish uchun ishlatiladi [49, 53, 54, 55].

Laboratoriya maydalagich qurilmalari afzalliklariga olinadigan mahsulot tozaligi, jarayonni avtomatik boshqarish mumkinligi va boshqa aspektlar kiradi.

Diskli tegirmonlar material bo‘laklarini ishqalashga asoslangan va donlarni maydalashda ko‘proq samaralidir. Uzoq vaqtlar davomida diskni tayyorlashda metallardan foydalana boshlangandan so‘ng, maxsus legirlangan po‘latlar tanlanildi, ularning issiqlik ishlov berish rejimlari ishlab chiqildi. Bu, bir vaqtda mavjud tegirmonlar kamchiligi hisoblanadi- konstruktorlik ishlab chiqishlarga qarama-qarshi chiqadi. Disklar ishchi yuzalari geometriyasi haddan tashqari murakablashtirilgan [38, 44, 46], bu qiyin maydalanadigan materiallarga mexanik ishlov berishda qimmatlashishiga olib keladi. Qattiq qotishmalarni (masalan, VK8, T15K10 va boshqalar) yuqori qattqlikka ega materiallarni qo‘llab bo‘lmaydi.

Abrziv tishlarga ega, mustahkamligi teng bo‘lmagan diskli tegirmonlarda maydalash yanada samaraliroq amalga oshiriladi. Kichik tegirmonlarni loyihalashda mustahkamligi kam diskning intensiv yeyilishi natijasida un mahsulotining ifloslanishini ko‘payishi, yangi kichik o‘lchamli tegirmonlarni loyihalashda yengib bo‘lmas qarshilik hisoblanadi.

### **I.3-§. Tadqiqotning maqsadi va asosiy vazifalari**

Xozirgi kunda chorva ozuqalarini maydalaydigan mashinalarning aksariyati xorijiy mamlakatlardan keltirilgan bo‘lib, mahalliy sharoitda kichik chorvachilik mahsulotlarini ishlab chiqaruvchi fermer, dehqon va shaxsiy xo‘jaliklarda ishlatib bo‘lmaydi.

Chorva mollari va parrandalar uchun donlarni maydalash katta-kichikligi zootexnik talablarga mos bo‘lishi kerak. Omuxta yem tayyorlash standartlarida uchta maydalash moduli qabul qilingan va ular maydalangan don yormalarining o‘rtacha o‘lchamlari bilan tavsiflanadi [84; 51-53-b]:

kichik maydalash - 0,2 – 1,0 mm;

o‘rtacha maydalash -1,0 – 1,8 mm;

yirik maydalash - 1,8 – 2,6 mm.

Solishtirma energiya sarfi kam va chorva mollari turlari va yoshi bo‘yicha zootexnik talablarga javob beradigan don maydalagich mashinasining yangi konstruktisiyasini ishlab chiqish dolzarb vazifalardan hisoblanadi.

**Tadqiqot maqsadi** ko‘p qirrali rotorli don maydalagichning texnologik ish jarayoni, geometrik parametrlari va ish rejimlarini nazariy va eksperimental asoslash.

**Tadqiqotning vazifalari:**

don maydalagichlar konstruksiyalari ishchi organlarining avfzallik va kamchiliklarini tahlil etish;

don maydalagichning geometrik parametrlarini tanlash;

don maydalagich ishchi kamerasida donning maydalanish jarayonini nazariy tadqiq etish;

don maydalagich ko‘p qirrali rotorining aylanishlar soni, ishchi tirqishi, ish unumi, energiya sarfi va maydalanish modulini aniqlash bo‘yicha tajribaviy tadqiqotlarni o‘tkazish;

don maydalagich qurilmasini nazariy va tajribaviy tadqiqotlari natijalarining adekvatligini baholash;

tavsiya etilgan ko‘p qirrali rotorli don maydalagichni xo‘jalik sharoitida sinash va iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlarini aniqlash.

**I-bob bo‘yicha xulosalar**

Qishloq xo‘jaligida donli materiallarni maydalash uchun bolg‘achali maydalagichlar, jo‘vali tegirmonlar qo‘llaniladi. Bolg‘achali maydalagichlarning asosiy kamchiligi solishtirma energiya sarfi ko‘pligi, ishchi organlarning tez yeyilishi va maydalangan mahsulotda changsimon qismning miqdordan ortiq chiqishidir. Jo‘vali tegirmonlarning asosiy kamchiligi maydalash koeffitsiyentining pastligi, natijada donni bir necha marta maydalashga yoki ketm-ket bir necha

mashinani qo'yishga to'g'ri keladi va umuman fermer xo'jaliklari uchun kichik o'lchamlilikni qanoatlantirmaydi.

1. Abraziv tishli diskli tegirmonlarda ham donlarni maydalash samaraliroq, lekin ishchi g'adir-budir diskning intensiv yeyilishi maydalangan donning ifloslanishi ko'payishiga olib keladi va ish unumi ham past.

2. Diskli maydalagichlar ish unumi va maydalash sifati bo'yicha yuqori ko'rsatkichlarga, lekin ishchi organlarining haddan tashqari murakkabligi, qiyin mexanik ishlov beriladigan ishchi organini tayyorlash mashina qimmat baho bo'lishiga olib keladi.

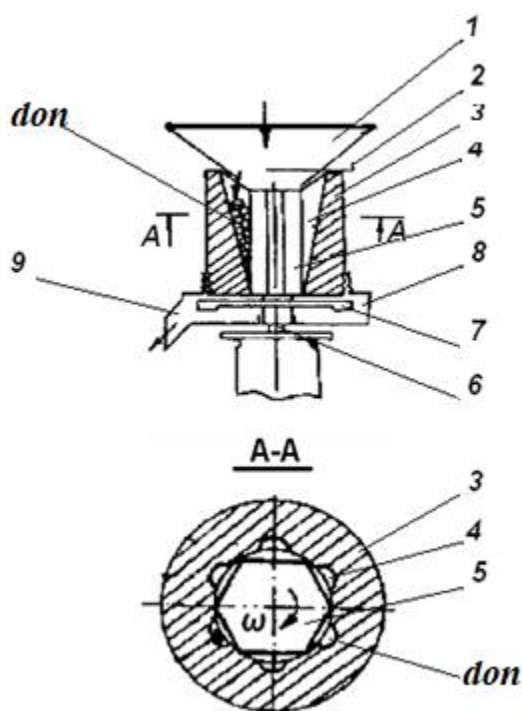
3. Yuqorida qayd etilganlardan kelib chiqib fermer va shaxsiy xo'jaliklar uchun kichik o'lchamli don maydalagich konstruksiyasini ishlab chiqish va asosiy parametr va rejimlarini asoslash ilmiy-tadqiqot ishlarining maqsadi etib olindi.



## II-BOB. KO‘P QIRRALI ROTORLI DON MAYDALAGICHNING ISHLASH JARAYONI ASOSIY PARAMETRLARINI NAZARIY TADQIQ ETISH

### 2.1-§. Tadqiqot ob’jektini tanlash

Shaxsiy fermalar va fermer xo‘jaliklari kichik fermalari uchun chorva mollari va parrandalarni parvarishlashda ishlatiladigan kichik quvvatli, bir fazali elektrodvigatellarni qo‘llashga asoslangan, konstruksiyasi sodda, ishda ishonchli, bozorda xarqi qimmat bo‘lmagan kichik elektromexanizatsiyali texnik vositalarga ega bo‘lish juda muximdir. Ishlab chiqarish korxonalari bunday texnikalarga kam e‘tibor qiladi, bozorni yaxshi bilmaydi va istiqbolli ishlanmalari yo‘q.



1-yuklash bunkeri; 2- rostlagich; 3-ishchi kamera korpusi; 4-korpus pazi;  
5-qo‘p qirrali rotor; 6- flansli elektrodvigatel; 7-to‘kish diski; 8- to‘kish kamerasi  
korpusi; 9-to‘kish novi.

### 2.1-rasm. Ko‘p qirrali rotorli don maydalagichning texnologik sxemasi

Ishda donli ozuqalarni maydalash uchun qurilma soddaligi va tayyorlash osonligi bilan farqlanadigan konstruktiv-texnologik sxemalardan biri ko‘rib chiqiladi. 2.1-rasmda ishchi kamerasi ko‘ndalang kesim yuzasi bilan maydalagich

konstruktiv-texnologik sxemasi keltirilgan (Patent № IAP 03209 Rotorli maydalagich, 27.10. 2006y).

Mashina tuzilishi sxemadan (2.1-rasm) tushunarli. Ishlash jarayoni quyidagicha bajariladi. Don bunker 1 ga, soʻng korpus 2 pazlari 3 ga tushadi. Pazlari detal 2 ni tayyorlash materialida vertikal oʻqqa nisbatan  $\alpha$  burchak ostida parmalash yoʻli bajariladi. Soʻng u olti qirrali rotor 4 oʻlchamlariga mos ichkarisidan silindrsimon yoʻniladi. Paz yuqori tomonidan donning tushishini taʼminlaydi, yaʼni teshik diametri  $d_{max}$  boʻlishi kerak, bu yerda  $d_{max}$  – butun donning maksimal diametri.

Maydalanish modulini hisoblashga nisbatan kattalashtirish korpus 2 ni rotor 5 ga nisbatan korpus 2 va 8 larning rezkali birikmalari orqali pastga korpus 2 ni tushirish bilan bajariladi.

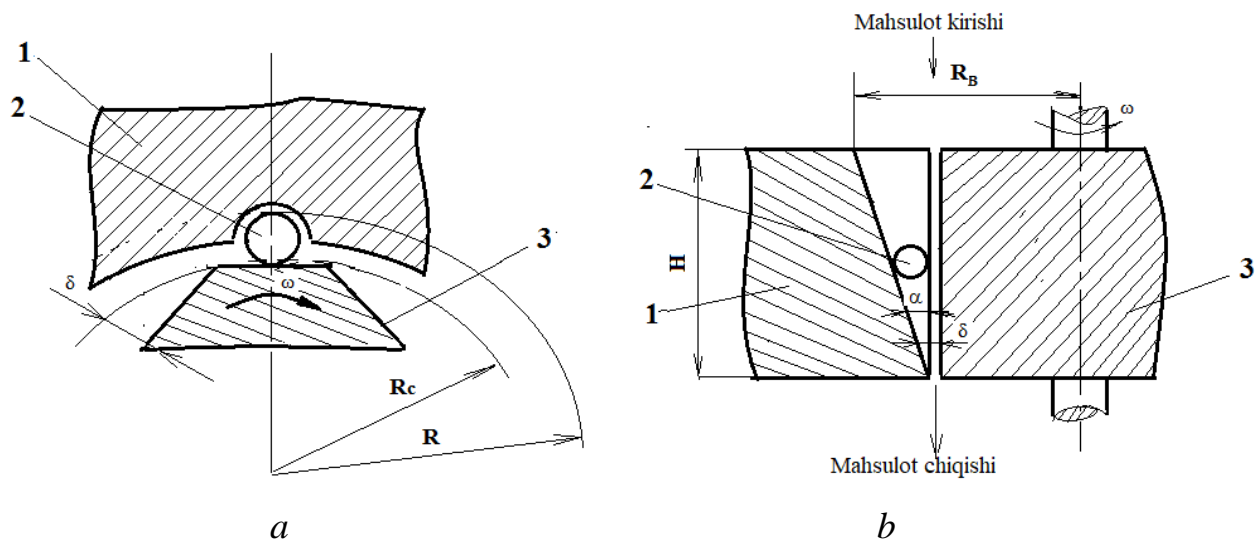
Korpus 2 pazasi 3 da don ogʻirlik kuchi taʼsirida pastka qarab rotor qirrasiga uchrashish momentigacha tushadi. Shu bilan birga bosim kuchi, reaksiya va ishqalanish siqish, surish va burash kuchlanishlarini maydalanayotgan boʻlakchaga xosil qiladi. Biz qabul qilgan rotor va paz shakli boʻlakchaga nisbatan murakkab deformatsiya bajaradi, u maydalanish ishini 25-30 % siqish deformatsiyasiga nisbatan kamaytirishga olib keladi.

Maydalangan don massasi korpus 8 dan nav 9 oʻtadi va tashqariga chiqariladi.

## **2.2-§. Koʻp qirrali rotorli don maydalagichda maydalash jarayonini tahlil qilish**

Don boʻlakchalarining maydalanish jarayonini va uning ishchi qismlarida harakatlanishini baxolash uchun 2.2 - rasmni koʻrib chiqishdir. Don boʻlakchasi 2bstator tagiga 1 tushib ogʻirlik kuchi taʼsirida qamrab qiyalanish momentiga pastga harakatlanadi. Qisilish qamrash momentida (2.2,a - rasm) boʻlakcha toʻxtaydi, soʻng rotor qirrasini burulishida uning maydalanishi roʻy beradi. Maydalangan boʻlakcha keyingi toʻxtashgacha, oʻlchamida kichiklashib paz

bo'yicha pastga tezlashadi va maydalanadi, so'ng jarayon bo'lakcha ishchi kameradan chiqmaguncha davom etadi.



*a* - gorizontaal kesimda; *b* – vertikal kesimda; 1 - stator; 2 - don bo'lakchasi; 3-rotor.

## 2.2-rasm. Don bo'lakchasining ishchi kameradagi holati va harakatlanish sxemasi

Stator pazlari don bilan to'lishi rotor aylanayotganda amalga oshadi, unga kerakli paz tashqi qirralari bo'yicha radius  $R_t$  ni quydagi munosabattan aniqlash mumkin:

$$R_t = R_s \geq d_{max}, \quad (2.1)$$

bu yerda  $R_s$  – stator radiusi;  $d_{max}$  – maydalanishga tushadigan donning maksimal o'rtalashtirilgan diametri.

Maydalanish darajasi va maydalanish moduli rotor qirradi bilan stator silindrik yuzasi oralig'idagi tirqish maksimal kattaligi  $\delta$  bilan aniqlanadi. Ushbu kattalikni konstruktiv parametrlari orqali quyidagicha aniqlash mumkin:

$$\delta = R_s \left( 1 - \cos \frac{180}{z} \right), \quad (2.2)$$

bu yerda  $z$  - stator qirralari soni.

Stator pazi vertikalga nisbatan  $\alpha$  burchakka engashganligi sababli qisilib qamralayotgan bo'lakcha yuqoriga qarab surilib chiqmasligi uchun quyidagi shartni bajarishi kerak:

$$\alpha \leq \varphi_s$$

bu yerda  $\varphi_s$  – bo'lakchanning stator pazi bo'ylab ishqalanish burchagi.

Shunday qilib don bo'lakchasi ishonchli maydalanishi uchun qisilib qamralishini ta'minlab, parametrlar kerakli nisbatini ham topamiz:

$$\begin{aligned} R_r - R_s &= H \cdot \operatorname{tg} \alpha; \\ R_r - R_s &= f \cdot H, \end{aligned} \quad (2.3)$$

bu yerda  $f = \operatorname{tg} \varphi_s$  – bo'lakchanning stator pazlariga ishqalanish koeffitsienti.

2.2 - rasmdagi bo'lakchani qisish maksimal kattaligi quyidagi shartdan aniqlanadi:

$$\delta_{qis} = R - R_s - d, \quad (2.4)$$

bu yerda  $d$  – rotor pazida don harakatlanishida bo'lakchalarning joriy diametric qiymati.

Ushbu ifodadan  $\delta_q$  doimiy qiymat hisjblanadi va u teng:

$$\delta_{qir} = \delta = R_s \left( 1 - \cos \frac{180^\circ}{2} \right). \quad (2.5)$$

Shu sababli bo'lakchanning kirish momentidan va chiqishigacha maydalanish jarayonining barqaror bo'lishini ta'minlash uchun birinchi maydalanish uchun kerakli deformatsiyani ta'minlash juda muhimdir. Agar,  $d_{\max} < R_r - R_s$  bo'lsa, unga don birinchi maydalanishidan oldin paz bo'ylab ma'lum bir kattaligacha pastga tushadi:

$$h = \frac{R_p - (R_s + d_{\max})}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{R_p - (R_s - d_{\max})}{f}. \quad (2.6)$$

Radius  $R$  joriy qiymat:

$$R = R_s + d_{\max}, \quad (2.7)$$

shunday qilib deformatsiya ruxsat etilgan kattalik  $[\delta]$  adabiyot ma'lumotlaridan ma'lum, unda ishonchli maydalanish shartidan qabul qilish mumkin:

$$R_s = \frac{1 - \cos \frac{180^\circ}{z}}{[\delta]_{qis}} \quad (2.8)$$

Lekin belgilangan sifatli maydalanish modulini ta'minlash uchun yana quydagi shartni ta'minlash kerak (maydalanish modulini ko'paytirish imkoniyati shartidan stator holatini rotor balandligiga nisbatan rostlash):

$$\delta \leq M,$$

bu yerda,  $M$ - maydalanish modul.

Yuqorida qayd etilgan ifodalarni tushunarliki rotor va stator parametrlari donli materiallarning fizik mexanik hususiyatlari (diametr, ishqalanish koeffisienti) dan, belgilangan maydalanish sifati (maydalanish moduli) dan, kerakli deformatsiyalanish darajasining kerakli kattaligidan aniqlash kerak. Ishchi kamera ish unumi:

$$Q = q \cdot z_r \cdot k \cdot n, \quad (2.9)$$

bu yerda,  $q$  - bitta paz ish unumi;  $z_r$  – statoridagi pazlar soni;  $n$  – rotorning aylanishlar chastotasi;  $k$  - stator pazida maydalanayotgan material harakatlanish tezligiga aylanishlar chastotasining ta'sirini hisobga oluvchi koeffisient.

$n$  ni kiritish kerakligi rotor qirralarining materialiga ta'sir etish vaqti bilan tushuntiriladi:

$$t = \frac{60}{n \cdot z} \quad (2.10)$$

Bu vaqt ichida zarra gravitatsiya kuchi ta'sirida quydagi kattalikka ko'chadi:

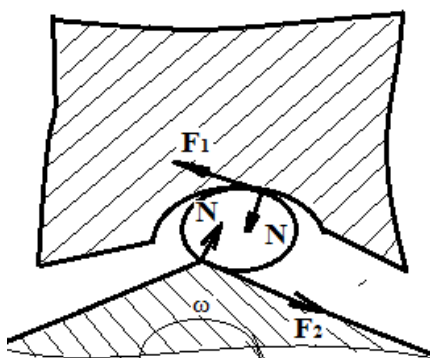
$$h = \frac{g - t^2}{2} \text{ yoki } t = \sqrt{\frac{2h}{g}} \quad (2.11)$$

Bundan ko'chish kattaligi:

$$h = g \left( \frac{60}{nz} \right)^2, \quad (2.12)$$

yani  $n$  kattalashganda  $h$  kamayadi va zarraga  $[h]$  shartidan ishonchli maydalanishni ta'minlanadigan kerakli holatgacha tushib ulgurmaydi. Shu bilan birga rotorning bo'lakchaga ta'siri maydalashga olib kelmasdan teskari, pastga harakatlanishni to'xtatishga olib keladi. Natijada stator pazi o'tkazish qobiliyati hamda ishchi kamera umumiy ish unumi kamayadi.

Bo'lakchani qisish va maydalashda deformatsiyalash tavsifini baxolash uchun 2.3-rasmdagi kuchlar sxemasini ko'rib chiqamiz. Rotor qirrasini burilishida rotorda, ham stator normal kuchlar foyda bo'ladi. Ushbu kuchlarning yo'nalishi va ularning kattaligi vaqt funksiyasi bo'yicha (rotor burulishi) o'zgarib turadi.  $F_1$  va  $F_2$  ishqalanish kuchlari  $N$  juft kuchlari bilan birgalikda burama momentlarni chiqaradi va ular bo'lakcha deformatsiyalanishi va maydalanish jarayonida murakkab kuchlanishlarni keltirib chiqaradi. Sxemadan ko'rinib turibdiki, siqish deformatsiyasidan tashqari bo'lakcha surish va burash deformatsiyalarini oladi. Ma'lumki, eng ko'p energiya sarfi maydalanish jarayonida siqish deformatsiyasidir. Yana ma'lumki, surish va burashda maydalanish jarayoni energiya sarfi kichiklashadi.



#### **2.4-rasm. Bo'lakcha deformatsiyalanishi va maydalanishida kuchlar sxemasi**

Mashina ishchi kamerasidagi jarayonni yuqorida keltirilgan qisqacha taxlil qilish natijasida tavsiya etilayotgan donli materiallarni maydalagich konstruktiv texnologik sxemasi texnologik jarayon brlgilangan sifat nuqtai nazaridan hamda sanoat namunalariga solishtirilganda sezilarli solishtirma energiya sarflaydigan

mashinasini yaratish nuqtai nazaridan tavsiya etilayotgan mashinaning istiqbolli ekanligini ko'rsatadi.

### 2.3-§. Ko'p qirrali rotorli don maydalagich parametrlarini asoslash

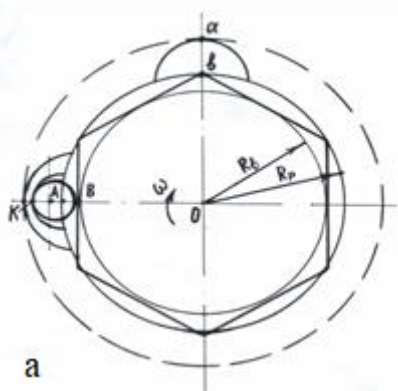
Teshiklarni teshish yo'li bilan olinadigan kerakli o'yiqlik (paz) lar olish uchun  $av$  – ellips katta yarim o'qi  $ae = \frac{r_c}{\cos \alpha}$  ekanligini xisobga olgan holda  $\Delta avs$  dan ishchi kamera balandligi quyidagi ko'rinish bo'yicha aniqlaniladi.

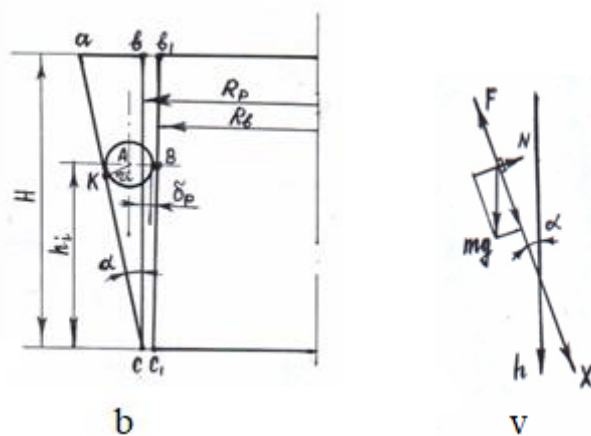
$$H = ae \cdot \operatorname{ctg} \alpha = \frac{r_c}{\sin \alpha}, \quad (2.13)$$

bu yerda  $r_c$  – pazlarga teshik tayyorlash uchun parma radiusi.

Rotor yon qirradi va stator pazi as yuzasi xona ko'rinishini tasvir qiladi, u oraliqda don qisiladi va maydalaniladi. Ushbu sababli qisuvchi kuchlar ma'sirida donning tepasi itarilishi mumkin emas. Bu  $\alpha \leq 2\varphi_1$  shartida ta'minlanadi, bu yerda  $\varphi = \varphi_1 = \varphi_2$  stator pazi va rotor qirradi yuzalarida bo'larchaning ishqalanish burchagi. Agar  $\varphi_1 < \varphi_2$ , bo'lganda don bo'lakchasining yuzalarda katta ishqalanish burchagi ( $\varphi$ )da surilishi oldini olish uchun  $\alpha \leq 2\varphi$ , qabul qilish kerak. Xamda pazga katta o'lchamdagi donlarning erkin kirishini ta'minlash uchun parma radiusi  $r_c \geq d_{3\max}$  shartidan tanlaniladi. Bundan (2.13) ni quyidagi ko'rinishda keltirish mumkin.

$$H \geq \frac{d_{3\max}}{\sin 2\varphi} \quad (2.14)$$





a) tepasidan ko‘rinishi; vertikal kesimda paz sxemasi va don bo‘lakchasi xolati; v) bo‘lakchaga ta’sir etadigan kuchlar sxemasi.

#### 2.4. – rasm. Ishchi kamera pazlariga donning harakatlanishida asosiy bog‘liqliklarni aniqlashga doir sxema

Radius  $R$  don bo‘lakchasini va maydalanishi boshlanish momentidagi xolati ikki xolat bo‘yicha tavsiflanishi mumkin. Birinchi xolatda don paz yuzasi  $K$  nuqtada va rotor yon qirrasida  $V$  nuqtada uchramaydi. 2.4- rasmdan olamiz:

$$h_0 = \frac{r(1 + r \cos \alpha) - (R_p - R_e) \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (2.15)$$

Ikkinchi xolatda don  $V$  nuqtasi rotor yon qirasining o‘rtasida uchrashmasa,  $V$  nuqtasi vs chizig‘idan o‘ng tomonidan  $\delta_p$  maydalash deformatsiyasi kattaligida bo‘lsa. Unda:

$$h_0 = \frac{r_0(1 + \cos \alpha) - \delta_p \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (2.16)$$

Bundan keyingi bo‘lakchanning har biri  $i$ -marta maydalanishi  $\delta_p = const$  uning mos kelish radiusi  $r_i$  bilan aniqlaniladi:

$$h_i = \frac{r_i(1 + \cos \alpha) - \delta_p \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (2.17)$$

bu yerda  $i=1, 2, \dots, n$ ,  $r_{i+1} = \frac{r_i}{2}$ .

Ishchi kameradan chiqishdagi bo‘lakcha radiusi:

$$r_k = 2(R_p - R_e) \quad \text{yoki}$$



$$r_k = 2R_p \left(1 - \cos \frac{\pi}{z}\right),$$

bu yerda  $z$ - rotor qirralari soni.

Bundan, bo‘lakchanning so‘ngi maydalaniladigan xolati:

$$h_k = \frac{2R_p}{\sin \alpha} \left(1 - \cos \frac{\pi}{z}\right). \quad (2.18)$$

Bo‘lakchalarning maydalanishini amalga oshirish joyida ishchi kamera balandligi:

$$h_p = h_0 - h_k = \frac{r_0(1 + \cos \alpha) - \delta_p \cdot \cos \alpha - 2R_p \left(1 - \cos \frac{\pi}{z}\right)}{\sin \alpha}. \quad (2.19)$$

Kamera ishchi balandligidan foydalanish koeffitsiyenti esa:

$$K = \frac{h_p}{H}$$

(2.14) dan ko‘rinib turibdiki, ishchi kamera balandligi  $N$ , kamayishi bilan, paz chuqurligi  $av$  ham kamayadi va pastki kesimda nulga teng. Bunday xolatda bo‘lakchanning chiqishdagi o‘lchami  $r_k$  ning minimal miqdori bilan aniqlaniladi. Bo‘lakchanning chiqishdagi o‘lchamini kattaroq olish uchun (bu har konkret chorva moli va parrandasi uchun tavsiya etilgan maydalash moduliga bog‘liq) rotorni statorga nisbatan ma’lum kattalikga tepaga surish kerak

$$h_1 = \frac{2r_k}{\sin \alpha} - \frac{R_p - R_s}{\cos \alpha} \left(\frac{1 + \sin^2 \alpha}{\sin \alpha}\right). \quad (2.20)$$

Namuna konstruksiyasini ishlab chiqishda rotorning statorga nisbatan o‘q bo‘ylab nisbatan so‘rilishi maksimal maydalanish moduli  $2r_k$  qabul qilish shartida tenglama (9) bo‘yicha xisoblaniladi.

Tenglama (6) dan ko‘rinib turibdiki, bo‘lakcha o‘lchami kichiklashi bilan vertikal surilish kattaligi kichiklashadi. 2.4 v-rasmdan ko‘rinib turibdiki, bo‘lakchanning paz bo‘ylab harakatlanishi quyidagi tenglama bilan yoziladi:

$$m\ddot{x} = mg \cos \alpha - fmg \sin \alpha.$$

Uning yechimi quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi va tez tezlanuvchi harakat tenglamasi hisoblaniladi:

$$x = \frac{gt^2}{2}(\cos \alpha - f \sin \alpha), \quad (2.21)$$

vertikal h o'qiga proyeksiyasida tenglama (10) quyidagi ko'rinishda bo'ladi

$$h - \frac{gt^2}{2}(\cos \alpha - f \sin \alpha) \cdot \cos \alpha,$$

bundan ushbu masofaga surilish vaqti:

$$t = \sqrt{\frac{2h}{g \cos \alpha (\cos \alpha - f \sin \alpha)}}. \quad (2.22)$$

Don bo'lakchasi xarakatlanish vaqtida rotor qirralarining ta'siriga uchramasligi (yoki to'xab qolmasligi) uchun rotorning buralishini 1 qirraga ta'minlashi kerak, bunday xolatda  $\omega t = 2\pi/z$ , bir qirraga burilish vaqti esa

$$t = \frac{2\pi}{\omega z}$$

Bundan (2.22) hisobga olgan xolda burchak tezlik kattaligini olamiz, unda ikki qo'shni maydalashlar oralig'ida bo'lakcha xarakatlanishida rotor ta'siri yo'qoladi, ya'ni pazning maksimal o'tkazish qobiliyati ta'minlanadi

$$\omega \leq \frac{2\pi}{z \sqrt{\frac{2h}{g \cdot \cos(\cos \alpha - f \cdot \sin \alpha)}}}. \quad (2.23)$$

Kattalik  $\omega$  ni baholash uchun  $z=6$ ,  $\alpha = 6^\circ$ ,  $2r_0=6\text{mm}$ ,  $f=0.27$  ( $\varphi = 15^\circ$  - bug'doyning po'latdagi ishqalanish burchagida),  $\delta_p = 0,4 \text{ mm}$ , bunda tenglama (2.17) dan boshlang'ich maydalanishgacha bo'lgan masofa  $h_0 = 53.44 \text{ mm}$ , ikkinchi maydalanish uchun  $h_1 = 24.82 \text{ mm}$ . Tenglama (2.13) ga qo'yish uchun  $h=h_0-h_1=28.62 \text{ mm}$ , ni qabul qilamiz, u qo'shni maydalashlar oralig'idagi ham bo'lishi mumkin bo'lgan intervallar ichida eng kattasi bo'ladi. Olamiz:

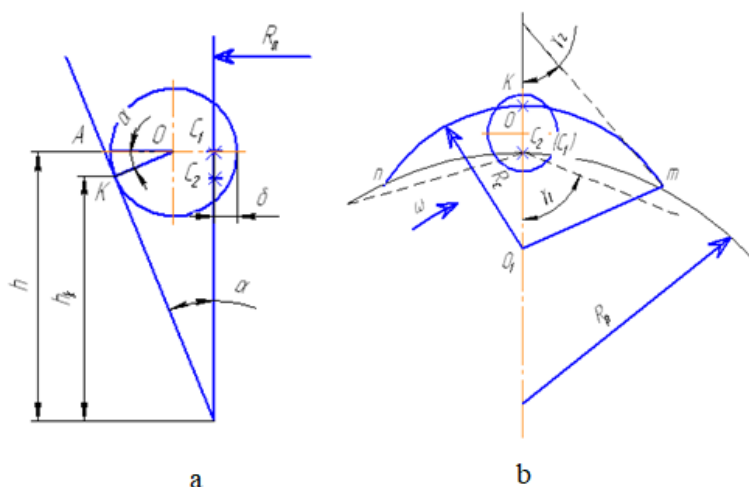
$$\omega \leq \frac{6,28}{6 \sqrt{\frac{2 \cdot 28,62}{9,81 \cdot 10^3 \cdot \cos 6^\circ (\cos 6^\circ - 0,27 \sin 6^\circ)}}} = 13,45 \text{ r/s.}$$

Xisoblashlar natijasida quyidagi parametr va rejimlar olinadi:

$Z = 6$ ,  $\alpha = 6^\circ$ ,  $2r_0 = 6 \text{ mm}$ ,  $f = 0.27$  ( $\varphi = 15^\circ$  da bug'doyning po'lat bo'yicha),  $\delta_p = 0,4 \text{ mm}$ ,  $h_0 = 53.44 \text{ mm}$ ,  $h_1 = 24.82 \text{ mm}$ ;  $h=h_0-h_1=28.62 \text{ mm}$ ,  $\omega=13.45 \text{ r/s}$ .

## 2.4-§. Ko‘p qirrali rotorli don maydalagichda maydalangan material kattaligiga baho berish

2.3 - paragrafda ko‘p qirrali rotorli don maydalagich ishchi kamerada don bo‘lakchalarining harakatlanishi ko‘rib chiqilgan. Yana ishchi kamerada mahsulotning maydalanish darajasi bo‘yicha, ya’ni rotor va statorni burab rostlash konstruksiyada ko‘zda tutilganligini hisobga olib maydalangan bo‘lakchalarning chiqishdagi o‘lchamlarini aniqlashni baholash kerak.



## 2.5-rasm. Ishchi kamera geometrik parametrlarini nisbatan chiqishdagi don zarrachalarining o‘lchamlarini aniqlashga doir sxema

Stator va rotor pastki qirralarining bir tekislikda mos kelishida ko‘proq kichik o‘lchamdagi zarrachalarni olish mumkin. Bunda stator pazi chuqurligi nolga teng bo‘lib qoladi, maydalangan bo‘lakchalarning chiqishi rotor qirralari va stator silindrik ichki yuzasi oralig‘idagi tirqishda ta’minlanadi. Don bo‘lakchasi harakatlanish jarayonida paz yuzasidan ajralmasdan pastga tushadi lekin don bo‘lakchasi pastga harakatlanishida gorizantal kesimda paz balandligi kichiklashadi va rotor pazidan bo‘lakcha surilib chiqadigan moment vujudga keladi. Shu momentdan bo‘lakcha rotor qirradi yonidan ishchi kameradan chiqadi va maydalash bajarilmaydi.

2.5,a - rasmdan olamiz:

$$AC_1 = r(1 + \cos \alpha) - \delta \cdot \cos \alpha,$$

undan, qamrash nuqtasi va radiusi  $r$  o'rtalig'i, ya'ni bo'lakchanning maydalanishini aniqlaydigan balandlikni aniqlaymiz:

$$h = \frac{r(1 + \cos \alpha) - \delta \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha}, \quad (2.24)$$

bu yerda  $\delta$  - bo'lakcha maydalanishi bajariladigan qisish kritik deformatsiyasi kattaligi.

2.5.b - rasmdan ko'rinib turibdiki, bo'lakcha stator pazidan surilib chiqarilishi  $\gamma_2 \geq \gamma_1$  shartda bajariladi, bu yerda  $\gamma_1 - 0_1 0_1$  nuqtadan o'tadigan vertikal o'qqa rotor qirrasining qiyalik burchagi,  $\gamma_2$  - stator pazi  $m$  nuqtasida urinma qiyalik burchagi.

Agar  $nm$  yoyni  $0_1$  nuqtada markazi bo'lgan  $R_c$  radiusni aylana bir qismi deb qabul qilsak (soddalashtirish uchun  $nm$  ellips yoyni aylana yoyi deb qabul qilamiz, bu  $\alpha \leq 10^\circ$  oralig'ida sezilarsiz xatolikga olib keladi), unda donning stator pazi bilan kontakt nuqtasi "k" balandligini olamiz:

$$h_k = r \left[ \frac{\cos \alpha (\cos \alpha + 1)}{\sin \alpha} \right] \cdot \delta \cdot \operatorname{ctg} \alpha. \quad (2.25)$$

Yana 2.5,a - rasmdan olamiz:

$$h_k = k_{C_1} \cdot \operatorname{ctg} \alpha,$$

bu yerda

$$k_{C_1} = r(1 + \cos \alpha) - \delta.$$

2.5,b - rasmdan olamiz:

$$0_1 C_1 = R_c - [r(1 + \cos \alpha) - \delta] \text{ va}$$

$$\cos \gamma_3 = \frac{0_1 C_1}{R_c},$$

undan

$$\gamma_2 = \arccos \left\{ 1 - \frac{[r(1 + \cos \alpha) - \delta]}{R_c} \right\}.$$

chunki,  $\gamma_2 = 90^\circ - \gamma_3$ , unda

$$\cos \left( \frac{\pi}{2} - \gamma_2 \right) = 1 - \frac{r(1 + \cos \alpha) - \delta}{R_c}.$$

Bundan chiqishdagi minimal mumkin bo'lgan maydalanayotgan zarracha o'lchamini olamiz:

$$r_{b\min} = \frac{R_c(1 - \sin \gamma_2) - \delta}{1 + \cos \alpha} \quad (2.26)$$

Misol uchun, olti qirrali rotor  $\gamma_1 = 60^\circ$ , undan  $\gamma_2 = \gamma_1 = 60^\circ$ ,  $\alpha = 6^\circ$ ,  $R_s = 10$  mm,  $\delta = 0,4$  mm deb qabul qilib  $r_{b\min} = 0,47$  mm olamiz. Undan past bo'lsa maydalash mumkin emas bo'lgan chegaraviy balandlik:

$$h_k = 0,47 \left[ \frac{\cos 6^\circ (\cos 6^\circ + 1)}{\sin 6^\circ} \right] - 0,4 \cdot \operatorname{ctg} 6^\circ = 5,13 \text{ mm}$$

Barcha maydalangan zarrachalarning so'ngi maydalanishi (ishchi kameradan chiqishida har xil o'lchamga ega bo'lishi)  $h_k^1 - h_k$  interval balandligida o'tadi, bu yerda:

$$h_k^1 = 2r_{b\min} \left[ \frac{\cos \alpha (1 + \cos \alpha)}{\sin \alpha} \right] - \delta \cdot \operatorname{ctg} \alpha \quad (2.27)$$

Qaralayotgan misol uchun  $h_k^1 = 14,1 \text{ mm}$  va  $h_k^1 - h_k = 8,97 \text{ mm}$ . Bundan kelib chiqib, chiqishda maydalangan zarracha o'lchamlari 0,4-0,94 mm oralig'ida variatsiyada bo'ladi. Har bir maydalashda bo'lakchani ikki teng qismga bo'lish shartidan zarracha o'rtacha o'lchami  $d_{\text{ep}} = 0,701 \text{ mm}$

Maydalangan bo'lakcha o'rtacha zarrachasini chiqishda kattalashtirish kerak bo'lsa undan rotni statorga nisbatan  $h_{k1} > h_k$  kattaligi yuqoriga o'tkazish kerak, chunki  $h_{k1} \leq h_k$  da maydalangan zarracha kattaligi o'zgarishi mumkin emas. Agar  $h_{k1} > h_k$  qabul qilsak, unda rotor pastki kesimidan chiqishda zarracha o'lchami:

$$r_e = \frac{h_{k1} \cdot \sin \alpha + \delta \cos \alpha}{1 + \cos \alpha} \quad (2.28)$$

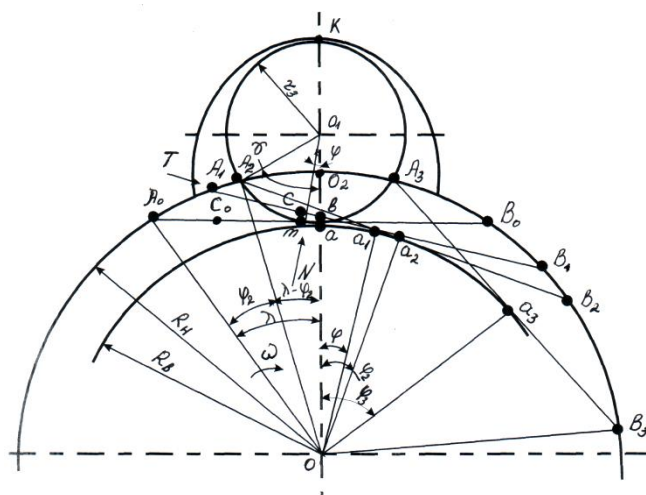
unda bo‘lakcha maydalanishi kerak, chunki paz qirradi yoki rotor qaburg‘asi bilan surib chiqarila olmaydi. Bunday holatda, maydalanayotgan bo‘lakchani ikki teng qismga bo‘lish sharti saqlansa, unda maydalanish kattaligi  $d_{o,r} = 1,5r_b$ . Belgilangan maydalanish modulini bilgan holda (yoki  $d_{o,r}$ ), rotorning nisbatan surilish (ko‘tarishda) balandligini oson aniqlash mumkin:

$$h_{K1} = \frac{\frac{d_{o,r}}{1,5} (1 + \cos \alpha) - \delta \cdot \cos \alpha}{\sin \alpha} \quad (2.29)$$

Misol uchun, berilgan  $d_{o,r} = 1,8$  mm, unda (2.29) dan  $h_{K1} = 19,18$  mm ni, (5)dan  $r_v = 1,2$  mm ni olamiz. Bo‘lakchanning so‘ngi maydalanishi bajariladigan ishchi kamera balandligi (4) dan  $h_K^1 = 42,19$  mm, mos ravishda uchastok uzunligi  $h_{K1}^1 - h_{K1} = 23,01$  mm, chiqishdagi zarracha o‘lchamlari 1,2- 2,4 mm oralig‘ida o‘zgarib turadi.

## 2.5. Don maydalagich rotor qirradi bilan deformatsiyalanishi

2.3 va 2.4 - paragraflarda ko‘p qirrali rotorli don maydalagich konstruksiyasi va ishchi kamera statori pazlarida donning gravitasion harakatlanishida texnologik jarayon xususiyatlari ko‘rib chiqilgan. Stator pazi bo‘ylab don bo‘lakchalarining harakatlanish jarayoni ularning deformatsiyalanish va maydalanishi bajarilish momentida to‘xtalishlar bilan olmashib keladi.



**2.6.-rasm. Rotor yon qirradi bilan uning aylanish chastotasida  $\omega = const$  don deformatsiyalanishini aniqlashga oid sxema**

Deformatsiyalanish jarayonini o‘rganish uchun 2.6-rasmdagi sxemani ko‘rib chiqamiz. 2.6-rasmdan ko‘rinib turibdiki, don bo‘lakchasi boshlang‘ich momentida “a” nuqtada rotor qirradi  $A_0V_0$  bilan va “k” nuqtada stator pazi yuzasi bilan tayanadi. Agar “k” nuqtasida don nisbiy sirpanishga ega bo‘lmaydi deb qabul qilsak, unda rotor  $\varphi$  burchakga burilganda rotor qirradi oraliq  $A_1V_1$  holatga ega bo‘ladi.  $\Delta oa_2v$ ,  $\Delta O_1vs$  lardan olamiz:

$$o_1B = r_3 - \frac{R_b(1 - \cos \varphi)}{\cos \varphi},$$

$$o_1c = \left[ r_3 - \frac{R_b(1 - \cos \varphi)}{\cos \varphi} \right] \cdot \cos \varphi$$

va mos ravishda, deformatsiyalanish kattaligi:

$$d_1 = cm = (r_3 + R_b) \cdot (1 - \cos \varphi) \quad (2.30)$$

Ushbu tenglama  $\varphi_2$ , burchak doirasida to‘g‘ri, uni quyidagi tenglamadan aniqlash mumkin:

$$(r_3 + R_b) \cdot \cos \varphi_2 - R_b - r_3 \cdot \left[ \cos \varphi_2 \cdot \frac{R_b^2 - r_3^2 - (r_3 + R_b)^2}{2r_3 \cdot (r_3 + R_b)} + \sin \varphi_2 \cdot \frac{R_b \cdot \sin\left(\frac{\pi}{m} - \varphi_2\right)}{r_3} \right] = 0 \quad (2.31)$$

Shu bilan maksimal mumkin bo‘lgan deformatsiyalanish:

$$d_{1\max} = (r_3 + R_b) \cdot (1 - \cos \varphi_2) \quad (2.32)$$

Bu yerda (2.30) va (2.32) deformatsiya birinchi etapiga, ya'ni burchak  $0 \div \varphi_2$  oralig'iga tegishli. Donni siqish rotor yopoloq qirradi bilan donning aylanmasdan nisbiy sirpanishida amalga oshirilishi bilan tavsiflanadi. Ushbu vaqtda rotor qaburg'asi deformatsiyalanish jarayoniga qatnashmaydi. Rotor tomonidan donga "s" nuqtada deformatsiyalanish uchastkasi markaziga qo'yilgan va  $0_1$  nuqtadan o'tadigan normal bosim  $N_l$  hamda qirra  $A_l V_l$  kesimida yotadi va rotor aylanishi harakati tomoniga yo'naltirilgan urinma kuch  $T=fN$  ta'sir etadi. Stator pazi tomonidan normal va urinma kuch harakatlanmaydigan "k" nuqtasida kontakt stator pazi reaksiyasi hisoblanadi. Normal va urinma kuchlar ta'sirida kuchlanishlarning murakkab tavsifiga imkon beradi.

Agar bo'lakcha plastikligi sezilarsiz kuch esa deformatsiyadan chiziqli bog'liq bo'lsa, qabul qilish mumkin:

$$N = \varepsilon \cdot E \cdot S, \quad (2.33)$$

bu yerda  $\varepsilon = \frac{d_1}{2r_3}$  - nisbiy deformatsiya;  $Ye$  - berilgan don turi bo'yicha mustahkamlik moduli;

$S = \pi \cdot (r_3 \cdot \sin \varphi)^2$  - don va rotor qirradi kontakti maydoni.

(2.33) ni hisobga olib qisish kuchi:

$$N = \frac{\pi \cdot E}{2 \cdot r_3} \cdot (r_3 + R_b) \cdot (1 - \cos \varphi) \cdot (r_3 \cdot \sin \varphi)^2, \quad (2.34)$$

va urinma kuch  $T=fN$ , bu yerda  $f$  - bo'lakchanning rotor qirradi yuzasida ishqalanish koeffisienti.

Bundan rotor valida aylanma moment:

$$M = N[(r_3 + R_b) \cdot \operatorname{tg} \varphi + f \cdot R_b] \quad (2.35)$$

Bo'lakcha deformatsiyalanish yo'nalishida inersiya kuchini baholash uchun (2.35) ni ikki marta deformatsiyalab, tezlanishni olamiz:

$$\frac{d^2(d_1)}{dt^2} = \omega^2 (r_3 + R_b) \cdot \cos(\omega t) \quad (2.36)$$

Maksimal inersiya kuchi:

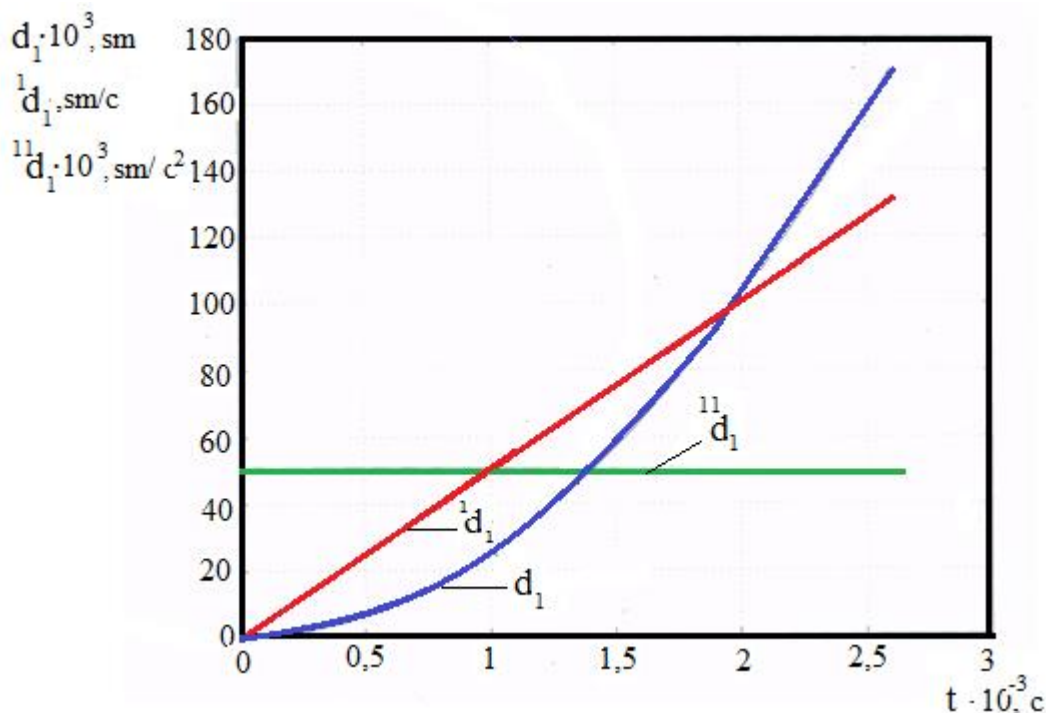


$$P_{un} = m\omega^2(r_3 + R_6).$$

Bir don massasi  $(0,02-0,04) \cdot 10^{-3}$  kg ,  $r_d=2.5$ mm,  $R_b=50$ mm,  $\omega = 100c^{-1}$  da

$$P_{in} = (1,05 \div 2,1) \cdot 10^{-2} H .$$

Bu kattalik kam va uni hisobga olmasa ham bo‘ladi.



$d_1$  – deformatsiya;  ${}^1d$ ,  ${}^{11}d$  – deformatsiya tezligi va tezlanishi.

(  $m=12$ ,  $R_H=5$ sm,  $R_v=4,8295$ sm,  $\omega=100s^{-1}$ ,  $\eta_3=0,25$ sm,  $t = 2,6 \cdot 10^{-3}$  c .holat uchun)

## 2.7-rasm. Deformatsiyaning birinchi uchastkasida o‘zgarishi tavsifi

2.7-rasmda deformatsiya  $0^0$  dan  $\varphi_2^0$  gacha rotor burilish burchagi uning tezligi va tezlanishi o‘zgarishi tavsiflari.

## Ikkinchi bob bo‘yicha xulosalar

1. Mashina ishchi kamerasidagi jarayonni qisqacha nazariy taxlil qilish natijasida tavsiya etilayotgan donli materiallarni mayalagich konstruktiv texnologik sxemasi texnologik jarayon brlgilangan sifat nuqtai nazaridan hamda sanoat namunalariga solishtirilganda sezilarli solishtirma energiya sarflaydigan

mashinasini yaratish nuqtai nazaridan tavsiya etilayotgan mashinaning istiqbolli ekanligini ko'rsatadi.

2. Nasariy izlanishlarda ko'p qirrali rotorli don maydalagich asosiy parametrlarini tahlil qilish keltirilgan va ular mashinani konstruksiyalashda asos qilib olinishi mumkin.

3. Donli ozuqalarning o'lchamli tavsiflari asosida ishchi kameraga kirishdagi stator radiusi, pazlari, qiyalik burchagi o'lchamlarini tanlash va ish unumini aniqlash tavsiyanomalari olindi.

4. Ko'rib chiqilgan parametrlarida oraliq tirqish chiziqsiz 0 dan 18 mm gacha o'zgaradi ya'ni, bu yerda buzilish deformatsiyalanishi ushbu kattalikdan kichik bo'lgan donlar maydalanadi.

5. Don bo'lakchasining harakatlanishi, siqilishi va maydalanish jarayoni geometrik parametrlari va tezlik rejimlariga nisbatan o'rganildi. Hisoblashlar natijasida quyidagi parametr va rejimlar olinadi:  $Z = 6$ ,  $\alpha = 6^\circ$ ,  $2r_0 = 6$  mm,  $f = 0.27$  ( $\varphi = 15^\circ$  da bug'doyning po'lat bo'yicha),  $\delta_p = 0,4$  mm,  $h_0 = 53.44$  mm,  $h_1 = 24.82$  mm;  $h = h_0 - h_1 = 28.62$  mm,  $\omega = 13.45$  r/s.

6. Ishchi kamera har xil rejimli va geometrik parametrlarida stator pazlarida bo'lakchalarni erkin harakatlanishi jarayoni tadqiqi qilindi. Uning uchun "MatLAB" tizimida maxsus fayllar ishlab chiqildi va EHM da realizatsiya qilindi. Deformatsiyaning birinchi uchastkasida, ya'ni rotor burilish burchagi  $0^\circ$  dan  $\varphi_2^0$  gacha chegarasida tezlik chiziqli o'zgaradi va tezlanish esa doimiy bo'lishi kuzatildi.

### **III-BOB. KO‘P QIRRALI ROTORLI DON MAYDALAGICHNI LABORATORIYA SHAROITIDA EKSPERIMENTAL TADQIQ ETISH**

#### **3.1-§. Eksperimental tadqiqotlar**

##### **Eksperimental tadqiqot vazifalariga quyidagilar kiradi:**

1. Maydalagich ishchi kamerasi ish unumini rotorning har xil tezlik rejimlarida, ko‘p qirrali rotor va qo‘zg‘almas stator orasidagi tirqish har xil bo‘lganida aniqlash.

2. Ishchi kameraning har xil tezlik rejimlari va tirqishlarida umumiy hamda solishtirma energiya sarfini aniqlash.

3. Ishchi kameraning har xil ishchi tirqishlarida maydalanish jarayonining sifat ko‘rsatgichlarini aniqlash: maydalanish moduli, ish unumini, maydalanish sifatini, maydalanish darajasi va chang fraksiyalari mavjudligini eksperimental tadqiq qilish.

4. Maydalagichni turli donlarni – bug‘doy, arpa makkajo‘xorini maydalashda rasional parametrlarda va ishchi rejimlarida sinovdan o‘tkazish.

##### **Tajribalarni o‘tkazishdan maqsad:**

1. Analitik model ko‘rinishidagi tajriba natijalarini rotorning aylanishlar sonini, ishchi tirqish turli bo‘lgandagi ish unumi, energiya sarfi va maydalanish modulini solishtirish;

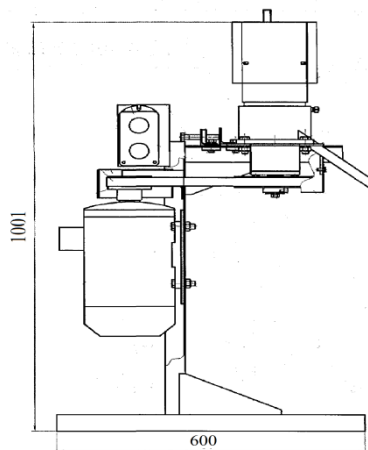
2. Nazariy va tajriba natijalarini adekvat kelishini baholash;

3. Maydalagichning konstruktiv-texnologik sxemasini, zarur hisoblash ifodalarini, zarur bo‘lganida ishchi chizmalar ko‘rinishida tayyorlash (zavod sinovlari uchun zarur bo‘lganida konstruktiv parametrlarini yetarli aniqlikgacha olib borish) va ishlab chiqarish uchun parametr va rejimlarini tanlash bo‘yicha tavsiyalarni tayyorlash.

### 3.1.1 Eksperimental qurilma

#### Eksperimental tadqiqotlar uslubiyoti

3.1-rasmda [91; 15-18-b, 92; 246-250-b] ishlarda keltirilgan mashinalardan natijalari bo'yicha farq qiluvchi laboratoriya qurilmasining sxemasi keltirilgan.



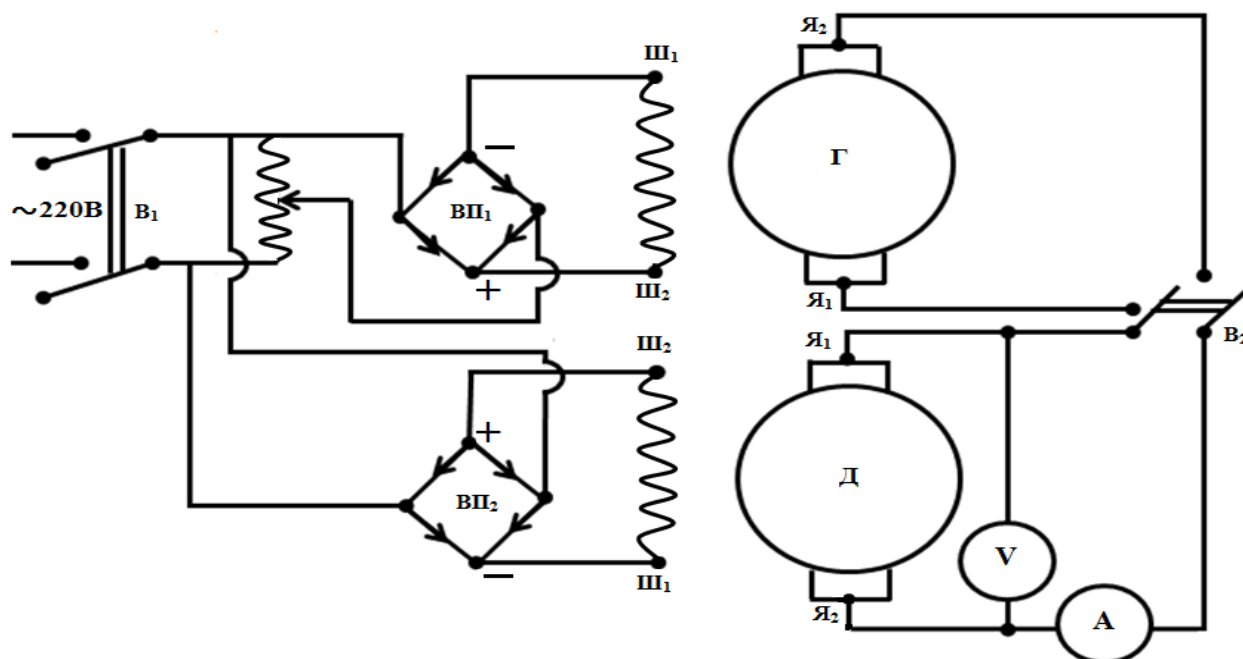
#### 3.1-Eksperimental tadqiqotlar o'tkazish uchun laboratoriya qurilmasining sxemasi

Ko'p qirrali rotorli don maydalagich rotor aylanishlari soni, ish unumi, energiya sarfi, maydalanish modulini solishtirish uchun laboratoriya qurilmasi ishlab chiqildi va u rama, maydalagich ishchi organi, bunker, elektrodvigatel va boshqarish pultidan tashkil topgan (3.2-rasm).



#### 3.2-rasm. Eksperimental tadqiqotlar o'tkazish uchun laboratoriya qurilmasi

Ko'rilayotgan qurilmada rotorning aylanishlar chastotasi pog'onasiz o'zgartiriladi. Bu o'zgarma tok elektr manbai orqali amalga oshiriladi. 3.3-rasmda o'zgarma elektr tok olish qurilmasi sxemasi keltirilgan.



AT- avtotransformator; G-o'zgarma tok generatori; D-elektrodvigatel; Sh<sub>1</sub>, Sh<sub>2</sub>- generator va elektrodvigatel shunt chulg'amlari; VP<sub>1</sub>, VP<sub>2</sub>- rostlagich; V- voltmetr; A-ampermetr; Ya<sub>1</sub>, Ya<sub>2</sub> i Ya<sub>1</sub>, Ya<sub>2</sub>- generator va elektrodvigatel yakori cho'lg'amlari; V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub>- qo'shib uzgichlar

### 3.3-rasm. Laboratoriya qurilmasi yuritmasining elektr sxemasi.

Generator harakatni sinxron aylanishlar soni 1500 ayl/min, 1,5 kVt quvvatga ega bo'lgan 4A80V4 asinxron dvigateldan oladi (3.3-rasm). Dvigatelning aylanish chastotasini (shunt chulg'amidagi kuchlanishni o'zgartirmasdan) yakor zanjiridagi tok kattaligini o'zgartirish yordamida rostlanadi. Buni amalga oshirish uchun generator va dvigatella kori zanjirlari V<sub>1</sub>, V<sub>2</sub> ulagichlar orqali bir biriga qo'shiladi. Generator yakoridagi tok o'z navbatida uning shuntli chulg'amidagi magnit oqimi yo'nalishini o'zgartiradi, buning uchun generator Sh<sub>1</sub>, Sh<sub>2</sub> klemmalaridagi kuchlanish avtotransformator AT yordamida o'zgartiriladi. Bu G-D tizim boshqa turdagi dvigatelni aylanish chastotasini rostlaydigan tizimlardan

uzining kisha muddatli katta yuklanishlarda ham ishonchli ishlashi va aylanishlar chastotasini ravon o'zgartirish imkoni borligi bilan afzal hisoblanidi.

O'rnatilgan rejimlarda voltmetr va ampermetr ko'rsatkichlari yordamida energiya sarfini oson aniqlash mumkin. Donni maydalanish o'lchamlarini o'zgartirish ishchi kameradagi rotor va stator orasidagi tirqishni o'zgartirish orqali amalga oshiriladi. Buning uchun korpusni rotorga nisbatan korpus rezbali birikmalari orqali pastga statorni tushirish bilan bajariladi.

Qo'yilgan topshiriqlarni tadqiq etishni hisobga olgan holda laboratoriya qurilmasi quyidagi parametrlarni o'z ichiga oladi:

Ishchi kamera radiusi, mm	20
Rotor qirralari soni, dona	6
Stator pazlari soni, dona	6
Maydalanish moduli, mm	1,1 - 1,2
Rotorning aylanishlar soni, min-1	130 - 140
Bunkyer sig'imi, l	8

Ta'minlovchi qismli bunker konstruksiyasi ishchi kamerani yuklashni va gravitasion hamda rostlovchi zaslonklar yordamida bajarilishi ko'zda tutilgan. Ishchi organ don materiallarini zootexnik talablar bo'yicha kerakli kattalikda maydalash uchun rotor qirralardan va stator pazlardan tuzilgan. Rotor tagida maydalagich korpusida o'rnatilgan bo'shatish noviga maydalangan mahsulotni uzatuvchi kurakli disk o'rnatilgan. Ponasimon tasmali yuritmaning uzatishlari soni  $i = 1,2; 1,5; 2$ , bu maydalagich kichik aylanishlar sonida ishlaganida rotor valini kerakli aylantiruvchi moment bilan ta'minlaydi.

Asosiy sinovlarni o'tkazishdan oldin dastlabki tayyorgarlik ishlari bajariladi, ular o'z ichiga quyidagilarni oladi:

1.Laboratoriya qurilmasini salt ishlashdagi energetik ko'rsatkichlarini aniqlash

2.Ta'minlash tizimi ish unumini aniqlash (bunkerning kiritish kanali diametri  $d=28$  mm )

3. Donni erkin uzatilgandagi ishchi kameraning ish unumini (maydaldasdan) aniqlash.

Eksperimental qurilma bilan tajriba o'tkazishda ishlab chiqilgan qoidalar quyidagi operatsiyalarni o'z ichiga oladi:

1. Donli materialni maydalash uchun uni xar xil aralashmalardan tozalanadi, tajriba uchun belgilangan miqdor tarozida tortib olinadi.

2. Qo'shib ajratgich, o'lchash qurilmalari, transformator reostatining holati tekshiriladi.

3. Ishchi kamerada kerakli ishchi tirqish o'rnatiladi, rotorning erkin harakatlanishi qo'l bilan tekshiriladi.

4. Doimiy tok generatori asinxron dvigatel yordamida ishga tushiriladi. Dvigatelnig shuntli chulg'amiga kuchlanishni to'g'rilagich orqali to'g'ridan to'g'ri emas, generatorni esa transformator orqali ulanadi. Generator va dvigatel yakor chulg'amlari ulanib, generator shuntli chulg'amida kuchlanishni bir tekis kerakli kattaligacha oshirib boriladi, sirpanishsiz salt ishlashda aylana boshlaydi.

5. Dvigatelni aylanish chastotasi taxometr yordamida o'lchanadi (kerakli kattalik hosil qilish uchun rostlanadi), salt ishlash jarayonidagi aylanishlar  $n_{x-x}$  chatotasi, mos ravishda ampermetr va voltmeter ko'rsatgichlari ish jurnaliga yozib olinadi.

6. Tarozida o'lchab olingan 1kg dan kam bo'lmagan maydalanmagan don bunkerga solinadi va maydalanadi. Stasionar rejimda maydalash ish jarayonida aylanish chastotasi  $n_{r-x}$ , tok kuchi  $I_{r-x}$  va kuchlanish  $U_{r-x}$  shu bilan birga maydalashga ketgan vaqt o'lchab olinadi (boshlang'ich va oxiridagi ish jarayonlariga o'tishga ketgan vaqt kirmaydi). Olingan natijalar ish jurnaliga yoziladi.

7. O'rnatilgan  $\delta$  ishchi tirqishda ( $\delta=0,25; 0,5; 1,0; 1,5; 1,75; 2,25$  mm—bug'doy uchun) tajribalar 5 marta takroran o'tkaziladi. Har bir takroran o'tkazilgan, shu jumladan takroran o'rtacha o'tkazigan tajribalarni o'rtacha qiymati quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

a) ish unumi, kg/soat.

$$Q_i = \frac{G_{zi}}{t_i} \cdot 3600, \quad \kappa^2/c;$$

$$Q = \sum_{i=1}^5 \frac{Q_i}{5}, \quad \kappa^2/c$$

bu yerda  $G_{zi}$ – maydalangan don massasi

b) Maydalash uchun talab qilinadigan quvvat, Vt

$$N_{pi} = U(I_{p-x_i} - I_{x-x_i}), \quad Bm;$$

$$N_p = \sum_{i=1}^5 \frac{N_i}{5}, \quad Bm;$$

v) solishtirma energiya sarfi,  $\frac{Bm \cdot coam}{\kappa^2}$

$$A_{y\partial i} = \frac{N_{pi}}{Q_i}, \quad \frac{Bm \cdot coam}{\kappa^2};$$

$$A_{y\partial} = \sum_{i=1}^5 \frac{A_{y\partial i}}{5}, \quad \frac{Bm \cdot coam}{\kappa^2}$$

Maydalangan don materiallarini  $G_{zi}$  maydalanish sifatini keyinchalik elaklarda aniqlash uchun maxsus xaltachalarga solinib olib qo‘yiladi.

Maydalanish sifatini alohida o‘lchab olib maydalangan material diametri turlicha bo‘lgan elaklar orqali o‘tkazilib baho beriladi (elak yordamida tahlil).

Bug‘doy va arpa uchun elaklar diametri 0-3,0 mm oralig‘ida olinadi. Bunda un fraksiyalari ( $d_0=0$ ) poddonda,  $d=3,0$ ;  $d=3,5$  oraliqdagi elaklarda esa butun, yani maydalanmagan don fraksiyalar yig‘iladi. Takroran o‘tkazilgan har bir tajribada maydalangan zarrachalar o‘lchamlarining [81] o‘rtacha arifmetik qiymati va tarqalishi undan keyin takrorlanish bo‘yicha ularning o‘rtacha qiymatlari aniqlanadi:

$$\bar{\chi} = \sum_{i=1}^n \chi_i \cdot P_i, \quad \bar{\chi} = \sum_{i=1}^5 \frac{\bar{\chi}_i}{5},$$



$$D_i = \sum_{i=1}^n (\chi_i - \bar{\chi}_i)^2 \cdot P_i, \quad D = \sum_{i=1}^5 \frac{D_i}{5},$$

bu yerda:  $\chi_i$ -maydalangan zarra o'lchami,  $\frac{d_i+d_{i+1}}{2}$  nisbatning o'rtacha qiymatiga teng taglik va birinchi elak (pastdan) o'rtasidagi o'lcham

$$\chi_0 = \frac{0+d_1}{2}, \quad \text{oxirigidan oldingisi uchun } \chi_n = \frac{d_{n+1}+d_n}{2}$$

$i - 1, 2, \dots, n$ -elaklar soni (taglikdan tashqari).

$I - 1, 2, \dots, 5$ -takrorlanish soni.

$P_i = \frac{m_i}{G_i}$  – eksperimental chastotalar (ya'ni, don bo'lakchalarining o'rtacha

o'lchamlari  $\chi_i$  bo'lgan maydalangan don nisbiy massasi), bu yerda  $m_i$ -teshiklari diametri  $d_i$  va  $d_{i+1}$ , oraliqda bo'lgan elaklar orasidagi maydalangan don massasi;  $G_i$ -  $i$  marta takrorlashda olingan don umumiy massasi.

Tasodifiy kattaliklar qatori  $\chi_i$  va mos keladigan qator  $R_i$  (3.6-jadval ko'rinishida berilgan) tasodifiy funksiyaning  $X$  qaralayotgan intervalda tarqalishi diskret tarqalishdir (eksperimental). Shu bilan birga  $R(\chi_i)$  bog'lanishi  $X$  kattaligi  $\chi_i$  qiymatini olish ehtimoligini bildiradi:

$$P(\chi_i) = P(X = \chi_i).$$

So'ng bo'lakchanning interval  $\chi_1 \dots \chi_{2n}$ , albatta  $D(\chi_0 < X < \chi_n) = 1$  qiymatlari tushish ehtimolini aniqlash imkonini beradigan tarqalishlar pasaymaydigan funksiyalari yig'indi  $R_i$  sifatida aniqlanildi

$F(\chi_i) = P(\chi_1 < X < \chi_{2n})$ . Tarqalish  $F(\chi_i)$  analitik model  $F_m(\chi)$  ni, so'ngisi esa tarqalishlar zichligi modelini  $\varphi_m(\chi) = F_m(\chi)$  olish uchun asos bo'lib hisoblaniladi.

Bir turdagi don (bug'doy)lar uchun asosiy tajribalar umumiy soni tezlik rejimlarining to'rtta darajasida, ishchi kamera tirqishlari oltita qiymatlarida 24 tani va mos ravishda 5 martadan takrorlashlarda 120 maydalashni tashkil etadi. Don materiallari namligi standart uslubda boshlang'ish massasi har joydan olingan maydalangan don to'ldirilgan har birida 100 g don bo'lgan 5 ta byuksga solindi va mufel pechida quritilib aniqlandi aniqlanildi.

Don materiallari namligi standart asosida boshlang'ich massasi 100 g bo'lgan maydalangan donning har joyidan olingan namunalar 5 ta byuksga solindi va mufel pechida quritilib aniqlandi.

Maydalash jarayonida sarflangan quvvat tok kuchi va kuchlanish M 381T42 markali ampermetr hamda M 381 markali voltmetr yordamida o'lchab olinib, hisoblash orqali aniqlandi (3.4-rasm).

Rotor aylanishlar chastotasi TCH10-R markali taxometr, ish unimini aniqlashda sarflangan vaqt Agat 4295V sekundomer, maydalangan donning massasi VLKT-500 analik tarozisi va maydalash moduli elakli analizatorlar yordamida aniqlandi (3.4-rasm).

G-D doimiy tok generatorida ishlab chiqarilayotgan tok kuchlanishini LATR-1M yordamida o'zgartirish orqali doimiy tokda ishlaydigan dvigatelda kerakli aylanishlar chastotasi hosil qilindi (3.4-rasm). Bu tizim boshqa turdagi dvigatelni aylanish chastotasini rostlaydigan tizimlardan o'zining qisqa muddatli katta yuklanishlarda ham ishonchli ishlashi va aylanishlar chastotasini ravon o'zgartirish imkoni borligi bilan avfzal xisoblanidi.



1-VLKT-500 analitik tarozi; 2- M 381T42 ampermetr; 3- M 381 voltmetr; elaklar; 5- LATR-1M avtotransformator; 6- TCH10-R taxometr; 7- Agat 4295V sekundomer.

### 3.4-rasm. Tajriba sinovlarini o'tkazishda foydalanilgan o'lchov asboblari

#### 3.1.2 Birlamchi sinovlar

1. Qurilmaning salt yurishida quvvat sarfini aniqlash uchun beshta aylanishlar chatotasida sinov o'tkazildi. Bu qurilmada maydalanish bajarilganda foydali quvvatni aniqlash imkoniyatini beradi.

3.1-jadvalda o'lchov asboblarning aniqlik darajasida tajribalar natijalari berilgan.

#### 3.1-jadval.

##### Qurilmaning salt yurishidagi tajribalar natijalari

Aylanishlar chastotasi $n, r/min$	Kuchlanish $U_{x-x}, V$	Tok miqdori $I_{x-x}, A$	Sarflangan quvvat $N_{x-x}, W$	Tashish uchun sarflangan quvvat, $W$	
				bug'doy	makkajo'xori
1	3	3	4	5	6
1	2	3	4	5	6
750	70	1,4	98	121	105
1000	100	1,5	150	123	110
1500	150	1,6	240	130	120
2000	200	1,6	320	133	128
2250	225	1,6	360	135	131

2. Maydalagichning ishchi kamerada massani o'tkazish uchun sarflangan quvvat va ish unumi ishchi kameraning ushbu don mahsulotini maydalashdagi maksimal imkoniyatini belgilaydi. 3.2-jadvalda rotorning aylanish chastotasiga bog'liq holda ishchi kameraning o'tkazish bo'yicha ma'lumotlarning uch karralik takrorlash bo'yicha o'rtacha qiymatlari berilgan.

#### 3.2-jadval.

##### Ishchi kameraning o'tkazish qobiliyati

Aylanish chastotasi $n, r/min$	750	1000	1500	2000	2250
Ish unumi $Q_{tr}, kg/h$	380	393	428	413	407

Tasodifiy xatolarning, shuningdek o'tuvchi jarayonlar ta'sirini kamaytirish uchun tortishlar miqdori 2 kg dan ko'p qilib olingan, bu bilan takrorlashlar orasidagi tafovutlar farqi katta ( $\pm 3$  kg/h dan ko'p emas) bo'lmadi. Maydalanayotgan material diametrining maydalanishga ta'sirini yo'qotish uchun rotor va stator o'rtasiga mos tirqish o'rnatiladi. Bunda  $Q_{tr}$  ning monoton o'sishi o'ziga xosdir,  $n = 1500$  r/min bo'lganida maksimumga erishishi va bundan keyin ishchi kameraning o'tkazish qobiliyati sekin kamayib boradi.

Bu fakt kirishdagi donni uzatish tezligining va pazlar ichki qirralari aylanma tezliklarining ko'payuvchi farqlari hisobiga donning rotor pazlariga kirish sharoitlarining yomonlashishi bilan tushuntiriladi. Natijada don rotor paziga kerakli o'lchamda kirishga ulgurmaydi va paz uni aylanish markaziga otadi (uloqtiradi). Olingan natija maydalash jarayonida aylanishlar chastotasi yuqori (2000 r/min va undan ko'proq) bo'lganida rotor paziga donning kirishida donni uloqtirish effekti ro'y beradi (ayniqsa, ish unumi maydalashning xar qanday darajasida  $Q_{tr}$  dan kichik bo'lganida). Kerak bo'lsa aylanishlar chastotasi 2000 r/min va undan ko'proq bo'lganida zarralarni uloqtirishga pazlar ichini yo'nish, ya'ni boshlang'ich radiusni kattalashtirish orqali erishiladi.

Rotor aylanish chastotasining ortishi bilan donni uzatish uchun quvvat sarfi ham ortadi. Donni tashish vaqtida uning maydalanishini oldini olish uchun tirqishlar bug'doy uchun  $\delta = 2,5$  mm, makkajo'xori uchun  $\delta = 5$  mm qilib olingan. Natijalar 3.1-jadvalda keltirilgan.

3. Ishchi kameraga kirishdagi oqim unumi. Bunda kirishdagi oqim unumi bunker va kirish tirqishi parametrlariga bog'liq ekanligini tadqiq qilish vazifasi qo'yilmagan. Shuning uchun biz tomondan konstruktiv jihatdan qulay, yon sirti  $45^\circ$ , kirish tirqishi  $d=28$  mm bo'lgan konussimon bunker qabul qilingan. Ish unumi bunker 2 kg don massasidan bo'shashiga ketgan vaqti 3 karrali takrorlanish orqali aniqlandi.

4. Bug'doy va makkajo'xori donining namligi 15-18 % atrofida.

Bunkerni gravitasion bo'shatishdagi tashqi ta'sirlardan holi bo'lgandagi ish unumi (bug'doy va arpa uchun)  $Q_{vx}=350$  kg/h va (makkajo'xori uchun) 380 kg/h ni

tashkil qildi. Titrash ta'sirida (bo'shatish va rotor qo'shilganida) bug'doy va makkajo'xori uchun mos ravishda  $Q_{vx}=430$  kg/h va 450 kg/h qiymatni tashkil qildi. Namlikning 20-22 % qiymatgacha oshishi o'tkazish imkoniyati (ish unumi) ni sezilarli bo'lmagan 1,5-3 % atrofida kamayishiga olib keladi. Chiqarish tuynugi atrofida don mahsulotlarining osilib qolishi kuzatilmadi. Don mahsulotining osilib qolishining chegaraviy shartlari, mahsulot turi (bug'doy, arpa, makkajo'xori) va namligiga qarab kiritish tuynugining kritik diametri 18-28 mm bo'lishi kerakligi aniqlandi.

Natijada qabul qilingan bunker va tirqishning geometrik parametrlari gravitasion oqimning ish unumi ishchi kameraga material kirishi don materialining rotor pazi bo'shlig'iga kirish momentida uning tiralishini taminlashi aniqlandi. Ishchi kameraning ish unumi har qanday maydalanish darajasida sezilarli ravishda kirish oqimi ish unumidan kam bo'lgani uchun bunker tomondan tirashni ta'minlash doimiy bo'ladi.

### 3.1.3 Maydalagich ishchi kamerasing ish unumi va energiya sig'imini tadqiq qilish

Ish yuqorida ko'rsatilgan metodika asosida o'tkazildi. Tajribalarning xatoliklarini kamaytirish uchun tajribalarni o'tkazish tartibini randomizatsiya qilindi, buning uchun 1 dan 20 gacha bo'lgan tasodifiy sonlar jadvalidan foydalanildi [6; 336-b, 7; 248-b, 32; 540-b.].

3.3-jadvalda takrorlashlar bo'yicha o'rtacha natijalar keltirilgan.

### 3.3-jadval

#### Maydalagich ishchi kamerasing ish unumi va energiya sarfi bo'yicha tajribalar natijalari (bug'doy doni)

№	Ishchi kameradagi tirqish kattaligi	Rotorning aylanish chastotasi $n, r/min$	Ish unumi $Q, kg/h$	Istemol kuvvati $N, W$		Maydalash solishtirma ish	
				Umumiy	Maydalashda	$A_{ud}, W \cdot h/kg$	$A_{ud}, J/kg$

	$\delta$ , mm						
1	2	3	4	5	6	7	8
1	0,25	750	8,02	340,00	121,82	15,10	54360
2	0,5		9,37	313,64	94,64	10,10	36360
3	1,0		15,7	330,47	11,47	7,10	25560
4	1,5		28,1	373,55	154,55	5,50	19800
5	2,0		42,91	399,22	180,22	4,20	15120
1	0,25	1000	11,30	431,20	158,20	14,0	50400
2	0,5		12,65	390,65	117,645	9,30	33490
3	1,0		20,00	407,00	134,00	6,70	24120
4	1,5		35,14	445,19	172,19	4,90	17288
5	2,0		59,00	473,60	200,60	3,40	12240
1	0,25	1500	19,37	612,12	242,12	12,50	45000
2	0,5		21,29	489,22	115,22	8,50	30600
3	1,0		32,70	471,37	101,37	5,00	18000
4	1,5		45,50	506,50	136,50	3,00	12600
5	2,0		70,0	552,00	182,00	2,6	9380
1	0,25	2000	23,10	643,57	190,57	8,25	29700
2	0,5		26,60	591,86	138,86	5,30	19080
3	1,0		40,60	595,10	142,10	3,50	12600
4	1,5		60,50	634,50	181,50	3,00	10800
5	2,0		91,90	639,23	196,23	1,7	6120

Izoh: tajribalar yumshoq navlardagi bug‘doylarda o‘tkazilgan.

3.3-jadvaldan ko‘rinib turibdiki  $\delta$  tirqishning ortishi bilan ish unumi ortadi, quvvat sarfi (umumiy va maydalashga) monoton ravishda oshib boradi. Tirqish kichik bo‘lgani  $\delta=0,25$  mm da bundan istisno tariqasida bo‘ladi. Shu bilan birga barcha rejimlarda maydalash solishtirma ishining sezilarli o‘shishida minimal ish

unumi olindi. Kichik tirqishlarda (<0,25 mm) mashina ishini kuzatish quyidagilarni ko'rsatdi.

Bunda yeyilish va ishqalab maydalash ko'proq ro'y beradi. Natijada rotor diski va statorning qizishi, mahsulotdan namlik ajralishi (bu ayniqsa donning namligi yuqori bo'lganida seziladi), oqibatda oqimning siqilishi va ish unumining kamayishi kuzatiladi.

Tajriba Q va A qatorlarining taqsimlanishining xususiyati  $Q_m=f(\delta)$  va  $A=f(\delta)$  modellaridan foydalanishni taxmin qilish quyidagi ko'rinishdagi ifodalarni keltirib chiqaradi:

$$Q_m=a_0+a_1\cdot\delta+a_2\cdot\delta^2; \quad (3.1)$$

$$A_m=v_0+v_1\cdot\delta+v_2\cdot\delta^2. \quad (3.2)$$

$Q_m=f(\delta)$  modeli koeffitsiyentlarini eng kichik kvadratlar usulida «MatLAB» qobig'ida to'g'ridan to'g'ri hisoblash tartibi orqali EHM da hisoblanadi.

```
x=[0.25 0.5 1 1.5 2];          - x=δ
u1=[8.02 9.37 15.7 28.1 42.91]; - u1= Q1(n=750 min-1 uchun)
u2=[11.3 12.65 20 35.14 59];   - u2= Q2(n=1000 min-1 uchun)
u3=[19.37 21.29 32.7 45.5 70]; - u3= Q3(n=1500 min-1 uchun)
u4=[23.1 26.6 40.6 60.5 91.9]; - u4= Q4(n=2000 min-1 uchun)
r=[1 1 1 1 1]; k=(x.^2): s=(r; x; k);
ra=s\'/u1\' - model koeffitsiyentlarini hisoblash
ra=7.2857 - a0
-0.1035 - a1
9.0201 - a3
u1m=7.2857-0.1035·x+9.0201·(x.^2) - Qm-Qm- xatolar vektori.
ans=0.1964 -0.1190 -0.5023 0.6743 -0.2491 - max{Q1-
Q1m}=0.6743
ra= s\'/u2\'
ra= 12.7049
-8.6644
15.8749
```

$$u_{2m}=12.7049-8.6644 \cdot x+15.8749 \cdot (x.^2)$$

$$u_{2m}= 12.7049 \quad 123414 \quad 19.9154 \quad 58.8757$$

$$u_2-u_{2m}$$

$$\text{ans} = -0.2310 \quad 0.3086 \quad 0.0846 \quad -0.2868 \quad 0.1243 \quad \text{max hatolik} \quad 0.3086$$

$$ra = s^{\backslash} / u_3^{\backslash}$$

$$ra = 18.7457$$

$$-0.5185$$

$$12.9393$$

$$u_{3m}=18.7457-0.5185 \cdot x+12.9393 \cdot (x.^2)$$

$$u_{3m}=19.4248 \quad 21.7213 \quad 31.1665 \quad 47.0814 \quad 69.4659$$

$$u_3-u_{3m}$$

$$\text{ans} = -0.0548 \quad -0.4313 \quad 1.5335 \quad -1.5814 \quad 0.5341 \quad \text{max hatolik} \quad 1.5814$$

$$ra = s^{\backslash} / u_4^{\backslash}$$

$$ra = 21.9833$$

$$0.8335$$

$$16.9795$$

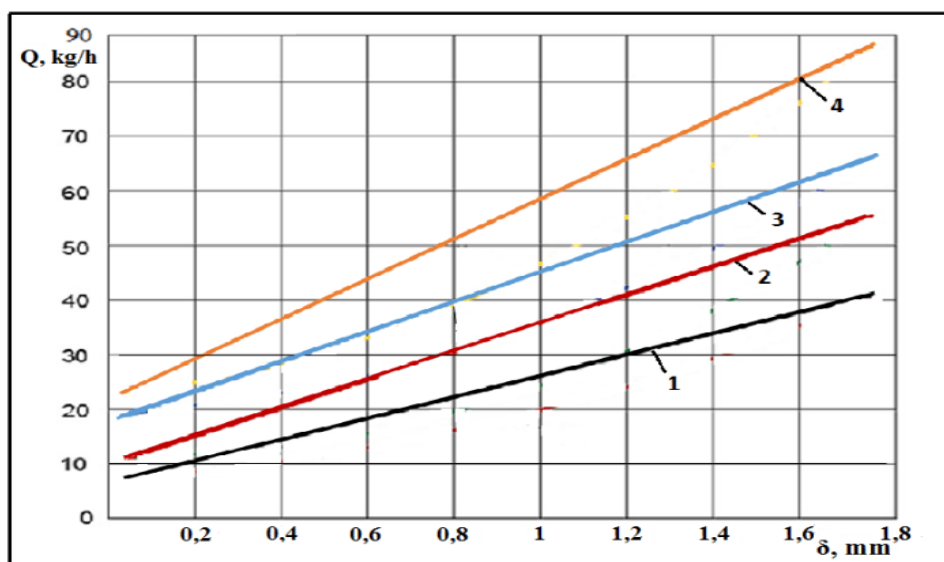
$$u_{4m}=21.9833+0.8335 \cdot x+16.9795(x.^2)$$

$$u_{4m}= 0.2107 \quad 0.4194 \quad 0.8374 \quad 1.2563 \quad 1.6760$$

$$u_4-u_{4m}$$

$$\text{ans} = -0.2084 \quad -0.4167 \quad -0.8333 \quad -1.2502 \quad -1.6668 \quad \text{max hatolik} \quad 1.6668$$





1-750 r/min; 2-1000 r/min; 3-1500 r/min; 4-2000 r/min;

### 3.5-rasm. Rotor va stator orasidagi tirqish $\delta$ ga bog'liq ravishda ishchi kamera ish unumi $Q$ ning o'zgarishi (bug'doy uchun)

3.5-rasmda  $Q_m = f(\delta)$  ning turli tezlik rejimlarida bog'liqlik xarakteri tajriba natijalari bo'yicha  $Q$  qiymatlarni belgilash orqali ko'rsatilgan. Tegishli kesimlarda egriliklardan chekinish, shuningdek vektorlarning son qiymatlari (xatoliklarning maksimal kattaliklari uchun 5% dan ko'p emas) nazariy modellarning tajriba bilan yaxshi mos kelishini ko'rsatadi.

Ish unumining o'sish tezligi to'g'ri chiziqli:

$$n=750 \text{ r/min da } Q_{1m} = -0,1030 + 18,04 \cdot \delta;$$

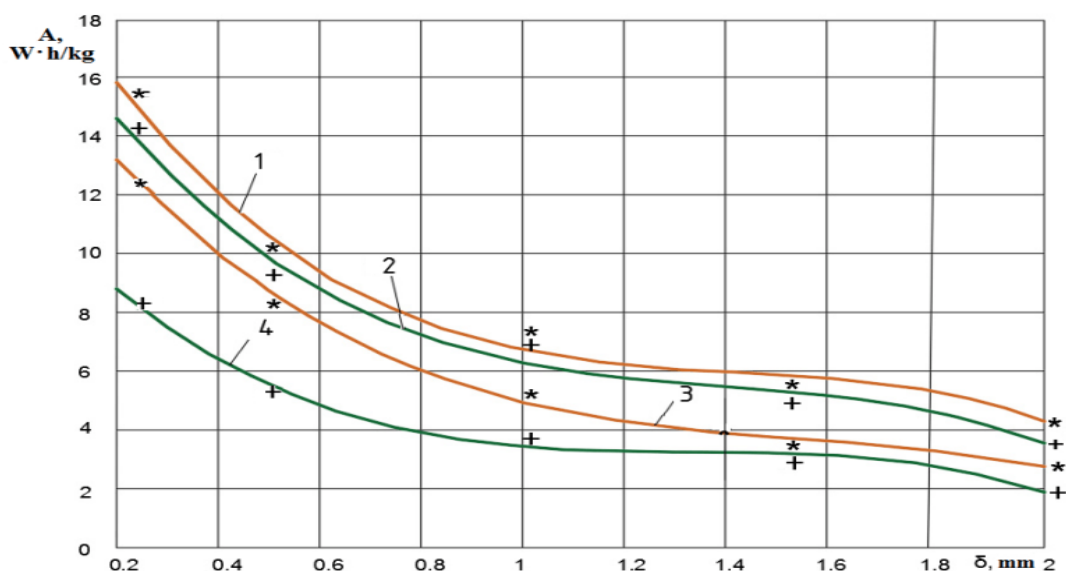
$$n=1000 \text{ r/min da } Q_{2m} = -8,6644 + 31,75 \cdot \delta;$$

$$n=1500 \text{ r/min da } Q_{3m} = -0,5185 + 25,88 \cdot \delta;$$

$$n=2000 \text{ r/min da } Q_{4m} = -0,8335 + 33,96 \cdot \delta.$$

Bu ifodalardan ko'rinib turibdiki ish unumining eng tez o'zgarishi  $n=2000$  r/min da, bu rotor pazlarida zarralarning tez harakatlanishiga sabab bo'luvchi markazdan qochma kuchlarning o'sishi bilan izohlanadi.

Xuddi shu tartibda maydalashning solishtirma ishi modeli uchun koeffitsiyentlari aniqlandi (3.6-rasm). Biroq, olingan xatoliklar ( $A-A_m$ ) hamma rejimlarda katta bo'lib, ko'p holatlarda 10-15% ni tashkil etdi ( $A$  qirqimlarda).



1-750 r/min; 2-1000 r/min; 3-1500 r/min; 4-2000 r/min

### 3.6-rasm. Turli rejimlarda ishchi kamera tirqishi $\delta$ ga bog'liq holda bug'doy doni maydalanishiga solishtirma ish $A$ ning bog'liqligi

Modelning moslashuvchanligini oshirish, ya'ni xatolar vektori elementlarining kiyamat miqdorini kamaytirish uchun har bir rejimiga ifoda darajasini ko'paytiramiz:

$$A_m = v_0 + v_1 \cdot \delta + v_2 \cdot \delta^2 + v_3 \cdot \delta^3. \quad (3.3)$$

Natijada quyidagi ifodalar tizimi aylanishlar chastotasining ko'payishi tartibida olindi:

$$A_{1m} = 21,43 - 21,23 \cdot \delta + 21,58 \cdot \delta^2 - 5,15 \cdot \delta^3 - \max da \{A_1 - A_{1m}\} = 0,46 (8,2\%);$$

$$A_{2m} = 17,72 - 28,45 \cdot \delta + 19,69 \delta^2 - 4,78 \cdot \delta^3 - \max da \{A_1 - A_{2m}\} = 0,52 (5,6\%);$$

$$A_{3m} = 17,7528 - 24,9969 \cdot \delta + 15,4096 \cdot \delta^2 - 3,3590 \cdot \delta^3 - \max da \{A_3 - A_{3m}\} = 0,69 (8,3\%);$$

$$A_{4m} = 12,51 - 23,05 \cdot \delta + 15,96 \cdot \delta^2 - 4,07 \cdot \delta^3 - \max da \{A_4 - A_{4m}\} = 0,16 (3\%).$$

3.6-rasmda  $A_m = f(\delta)$  bog'liqlikning xususiyati tadqiqot natijalari  $A$  ni nuqtalar ko'rinishida kiritish orqali ko'rsatilgan, ular nazariy va eksperiment natijalari farqini yaqqol ifodalaydi. Modelning yaxshilanishi bo'yicha hisob kitoblar ifoda (3.3) ni darajasining oshishi hisobiga maksimal xatoliklarning sekin kamayishiga olib keladi.

Konkret  $A$  kesimlarda maksimal xatoliklar 9% dan oshmasligi sababli  $\alpha = 0,05$  ahamiyatlilik darajasida model mosligining eksperimental taqsimlanishi

bo'yicha  $N_0$  gipoteza o'z tasdig'ini topdi, shu sababli olingan natijalar to'liq qanoatlantiradi. 3.4-rasmdagi egri chiziqlarning o'zgarish tavsiflari amalda bir xil,  $v_0 = -1,784 \cdot x + 21,43$  koefitsiyenti  $x$  kattalashishi bilan chiziqli kichiklashib o'zgaradi (bu yerda  $x$ -aylanishlar chastotalari: 250 r/min -1; 500 r/min -2; 750 r/min -3 oraliqlaridagi interval),  $v_0$  koefitsiyenti kichiklashadi. Boshqa qolgan koefitsiyentlar uchun rotor aylanishlar chastotasiga nisbatan ularning o'zgarish qonuniyatlarini olish imkoniyati bo'lmadi. Bu egri chiziqlarning murakkabligi bilan tushuntiriladi, ularning birinchi hosilasi chiziqsiz tavsifga ega.  $\delta = 0,25-0,8$  mm intervalda  $A_m$  ning tez kichiklashishi ishchi kameradan chiqishidagi mahsulotning ishqalanishi va qizishiga energiyaning yo'qolishi bilan tushuntiriladi. Olingan natijalardan ko'rinib turibdiki, ishchi kameraning ish unumi  $\delta$  va  $n$  kattaliklarga bog'liq. Bu  $Q(\delta, n)$  modelni olish zaruratini yuzaga keltiradi, u o'z navbatida mavjud aniqlikda kattaroq o'lchamlarni olishni, maydalagichlarning ushbu turdagi ishchi kameralarini loyixalashda injenerlik hisob-kitoblarni soddalashtirish imkoniyatini beradi. Asos sifatida quyidagi model olindi:

$$Q_m = a_0 + a_1 \cdot \delta + a_2 \cdot n + a_3 \cdot \delta^2 + a_4 \cdot n^2. \quad (3.4)$$

(3.4) chiziqli modeli uchun olingan koefitsientlar xatoliklar vektorini hisoblash imkonini berdi,  $\delta$  kattalashganida ularning  $Q$  qiymati eksperimental natijalardan 10% ga kattaligini ko'rsatdi. 3.1 va 3.2- rasmlardan ko'rinib turibdiki  $\delta = 0,25$  mm qiymatidan katta bo'lganida ish unumi nisbatan kam o'zgaradi,  $\delta = 1$  mm va undan katta bo'lganida tezroq o'zgaradi. Shu bilan birga  $\delta$  ning har bir kesimida  $Q$  qiymatlari turli tezlik rejimlarida turlichadir. Bu  $\delta$  va  $n$  lar o'zaro ta'sirga egaligini taxmin qilish mumkinligini beradi.  $Q(\delta, n)$  modelning baholanishini va aniqlash jarayoni «MatLAB» qobig'ida EHM da hisoblash dasturi keltirilgan:

```
x=[0.25 0.5 1 1.5 2 0.25 0.5 1 1.5 2 0.25 0.5 1 1.5 2 0.25 0.5 1 1.5 2];
u=[7.5 7.5 7.5 7.5 7.5 10 10 10 10 10 15 15 15 15 15 20 20 20 20 20];
z=[8.02 9.37 15.7 28.1 42.91 11.3 12.65 20 35.14 59 19.37 21.29 32.7 45.5
70 23.1 26.6 40.6 60.5 91.9];
r=[1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1]; k=(x.^2); h=(u.^2); b=(x.*u);
s=[r; x; k; y; h; b];
```

$$ra=s^{\prime}/z^{\prime}$$

$$ra= 2.0309$$

$$-19.6438$$

$$13.7035$$

$$1.2627$$

$$-0.0175$$

$$1.3357$$

$$z_m= 2.0309-19.6438 \cdot x+13.7035 \cdot (x.^2)+1.2627 \cdot u-0.0175 \cdot (u.^2)+1.3357 \cdot (x \cdot u)$$

$$z_m=$$

Columns 1 through 8

$$8.9611 \quad 9.1240 \quad 14.5886 \quad 26.9050 \quad 46.0731 \quad 12.1827 \quad 13.1804 \quad 20.3146$$

Columns 9 through 16

$$34.3006 \quad 55.1383 \quad 17.9658 \quad 20.6331 \quad 31.1066 \quad 48.4318 \quad 72.6088 \quad 22.8689$$

Columns 17 through 20

$$27.2059 \quad 41.0186 \quad 61.6831 \quad 89.1993$$

$$z-z_m$$

$$ans=$$

Columns 1 through 8

$$-0.9411 \quad 0.2460 \quad 1.1114 \quad 1.1950 \quad -3.1631 \quad -0.8827 \quad -0.5304 \quad -0.3146$$

Columns 9 through 16

$$-0.8394 \quad 3.8617 \quad 1.4042 \quad 0.6569 \quad 1.5934 \quad -2.9318 \quad -2.6088 \quad 0.2311$$

Columns 17 through 20

$$-0.6059 \quad -0.4186 \quad -1.1831 \quad 2.7007$$

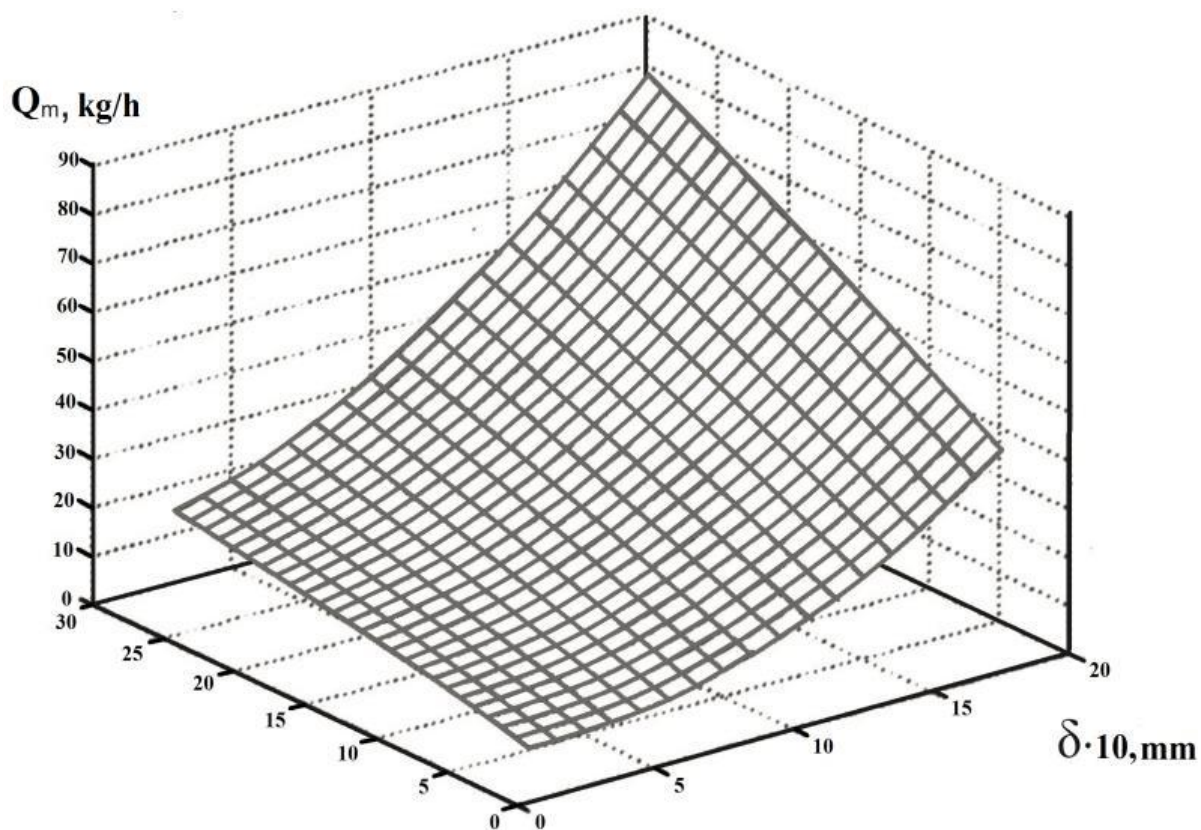
Bu yerda  $\delta=x$ ,  $10^{-2} \cdot n=u$ ,  $Q_m=z_m$  qabul qilingan.

Xatolar vektorining maksimal chetlashishi 3,8617 va  $z=59$ , bu mos ravishda ushbu qiymatning 6,5 foizini tashkil qiladi.  $z-z_m$  vektordan ko‘rinib turibdiki o‘tishlar chegarasida  $|-3,1631|$ ,  $|-2,6088|$ ,  $2,7007$  katta chetlashishlar bo‘lib, ular  $Q=42,91$ ;  $70$ ;  $91,9$  qiymatlarga mos keladi. Bundan  $Q$ : 7,3% ; 3,7%; 2,9% qiymatlarda mos xatoliklar foizda olindi.

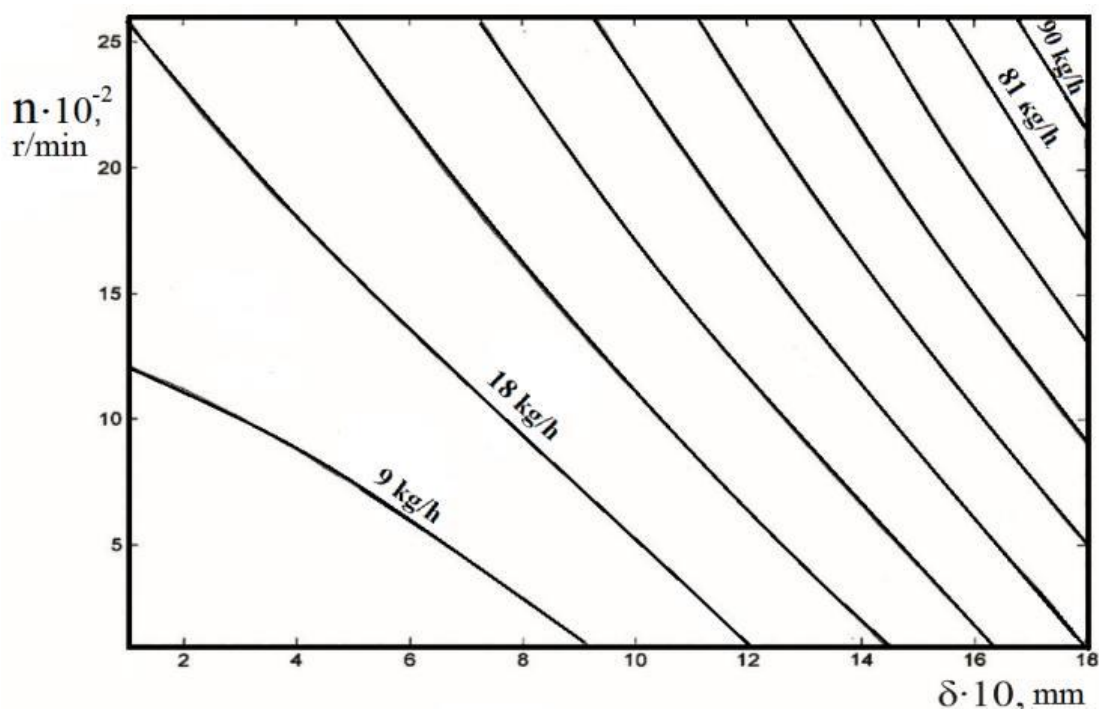
Shuning uchun eng katta xatolikni foizlarda 7,3% ni olamiz, u  $Q=42,91$  kg/h ga mos keladi.

Maydalash kamerasi ishchi qismining ish unumi va energiya sarfi tadqiqoti natijalari 3.4-jadvalda keltirilgan (makkajo‘xori doni).

$Q_m(\delta, n)$  sirtini to‘liqroq tasvirlash uchun uning uch o‘lchamli fazoviy ko‘rinishi 3.7-rasmda va  $\delta$  va  $n$  bog‘liqliklar xarakterini tasvirlovchi ko‘rinishi 10 ta kesimda (9 kg/h dan keyin) 3.8-rasmda ko‘rsatilgan.



**3.7-rasm. Uch o‘lchamli fazoda  $Q_m(\delta, n)$  sirtning umumiy ko‘rinishi (bug‘doyni maydalashda)**



**3.8-rasm.  $Q_m(\delta, n)$  sirtning 9 kg/h intervalda 10 ta kesimda ko‘rinishi**

Ko‘rinib turibdiki  $Q_m(\delta, n)$  sirt bir xilda o‘sadi,  $\delta$  va  $n$  tekislik boshida o‘shish botiq ko‘rinishga ega bo‘lib, keyinroq qabariq ko‘rinishga ega bo‘ladi. Sirt yuzasi egiriligining o‘zgarishi kesimlar sirtida ham yaqqol ko‘rinadi. 3.7 va 3.8-rasmlardagi grafik ko‘rinishlar to‘g‘ridan to‘g‘ri hisob-kitoblar orqali «MatLAB» qobig‘ida mos fayllaridan foydalanilgan holda olingan:

```
[x1, x2]=meshgrid(0,25:.1:2,7,5:.5:20);
Ym=2.0309-19.6438·x1+13.7035·(x1.^2)+1.2627·x2-
0/0175·(x2.^2)+...1.3357·(x1·x2);
mesh(ym):
contour(ym,10).
```

bunda  $x_1=\delta$ ;  $x_2=n \cdot 10^{-2}$ ;  $y_m=Q_m$  deb EHM da hisoblash ishlarini osonlashtirish uchun qabul qilingan.

$A_m=\varphi(\delta, n_1, Q)$  modelning ifoda ko‘rinishi ketma-ket yaqinlashtirish usulida aniqlangan. Koeffisientlar baholanganidan keyin eng kichik kvadratlar usuli yordamida quyidagi ifoda olindi:

$$A_m=24,0529-27,9075 \cdot \delta+11,2004 \cdot \delta^2-1,0103 \cdot n_1-75 \cdot n_1^2+0,6025 \cdot Q+0,0032Q^2+0,6824 \cdot \delta \cdot n_1^2-0,473 \cdot \delta \cdot Q-0,0061 \cdot n_1 \cdot Q.$$

Bu yerda maksimal xatolik  $A-A_m=0,6832$ , bu o'z navbatida  $A=6,7$  ga nisbatan 10,1% ni tashkil qiladi. (3.5) ifodada  $n_I=n \cdot 10^{-2}$ . Darajaning bundan keyingi oshishi xatoliklarning sezilmas darajada kamayishini, ya'ni modelning yaxshilanishini ta'minlaydi. Ko'rinib turibdiki maydalashning solishtirma ishiga  $\delta$  bilan  $n$  va  $Q$  elementlarining chiziqli qismi eng katta ta'sir qiladi. Modelning egiluvchanligi  $\delta \cdot n$  va  $\delta \cdot Q$  ga juft ta'sir qiladi.

Ushbu paragrafning natijalari bug'doyni maydalash natijasida olingan va foydalanishni osonlashtirish uchun 3.4-jadvalga joylashtirildi.

Xuddi shunday natijalar makkajo'xori donini maydalash jarayonida olingan.

3.4-jadval.

Maydalash kamerasi ishchi qismining ish unumi va energiya sarfi tadqiqoti  
natijalari (makkajo'xori doni)

Rotorninga yla-nishlar chastotasi $n, \text{min}^{-1}$	Ishchi kamera tirqishi kattaligi $\delta,$ mm	Ish unumi $Q, \text{kg/ch}$	Maydalashga sarflangan quvvat $N, \text{vt}$	Nisbiy ish	
				$A, \text{vt} \cdot \text{soat/kg}$	$A, \text{dj/kg}$
1	2	3	4	5	6
750	0,5	6,60	161,70	40,69	146884
	1,0	20,60	186,70	20,97	75494
	1,5	43,70	172,91	10,86	39096
	2,0	64,89	142,11	5,65	20340
	2,5	93,99	125,01	2,65	9540
	3,0	118,10	122,82	1,79	6444
	3,5	160,70	57,85	1,48	5328
1000	0,5	12,26	376,26	37,29	134244
	1,0	30,00	441,9	19,99	71964

	1,5	49,80	405,87	10,32	37152
	2,0	72,80	267,90	5,48	19728
	2,5	99,00	233,64	3,45	12420
	3,0	125,40	166,78	1,9	6840
	3,5	168,60	151,74	1,31	4716
1500	0,5	24,20	809,49	33,45	120420
	1,0	38,15	698,145	18,30	65880
	1,5	60,93	570,30	9,36	33696
	2,0	82,16	382,04	4,65	16740
	2,5	105,80	343,85	3,25	11700

3.4-jadval davomi

	3,0	130,60	219,41	1,68	6048
	3,5	170,71	177,54	1,04	3744
2000	0,5	37,79	1409,19	30,69	110484
	1,0	50,89	1017,29	14,73	53028
	1,5	65,90	680,09	8,15	29340
	2,0	85,11	466,40	3,68	13248
	2,5	110,10	379,84	2,36	8496
	3,0	135,41	257,29	1,33	4788
	3,5	175,60	230,06	0,9	3240
	2500	0,5	48,55	1975,49	24,5
1,0		58,39	1224,42	9,02	32472
1,5		70,80	768,89	3,99	14364
2,0		90,05	508,78	2,19	7884
2,5		115,13	305,10	1,33	4788
3,0		150,10	268,68	1,04	3744
3,5		182,60	270,25	0,36	1296



Har bir ishchi tirqish  $\delta$  uchun 5 martalik takrorlanish bo'yicha olingan natijalar 3.5-jadvalda keltirilgan. Har bir tezlik rejimi uchun xatoliklar o'rtachasi randomizatsiya qilingan. Ishchi kamerasining o'tkazuvchanlik qobiliyati (ya'ni donni maydaldasdan o'tkazish) bir tekisda 750 r/min chastotada 180 kg/h gacha va 2250 r/min chastotada 220 kg/h gacha bir tekisda oshib boradi. Bu bug'doy va arpani o'tkazish qobiliyatidan deyarli ikki marta kichik, bu bug'doy va makkajo'xori donlarining o'lchamlari farqi bilan izohlanadi, bu rotor pazlaridagi mahsulotlar zichligiga bog'liq.  $n=750$  r/min o'tkazish uchun quvvat salt yurishdagi quvvatga nisbatan 40% ga,  $n=2500$  r/min da 20% ga ortadi, bu bug'doy uchun olingan natijalardan kam farq qiladi.

**Don mahsulotlarini maydalashda ish unumi va solishtirma energiya sarfining ishchi tirqish va aylanishlar chastotasiga bog'likliklarining statistik modellari**

Model ifodasi	Ifoda koeffi- siyenti	Rotorning aylanishlar chastotasi, r/min				Xatolikning maksimal kattaligi
		750	1000	1500	2000	
1	2	3	4	5	6	7
$Q_m=f(\delta)$ , $Q_m=a_0+a_1\cdot\delta+a_2\cdot\delta^2$ (bug'doy)	$a_0$	7,2857	12,7049	18,7457	21,9933	$\max\{Q-Q_m\}=$ 0,6743(n=750) 0,3086(n=1000) 1,5814(n=1500) 1,6668(n=2000)
	$a_1$	-0,1035	-8,6644	-0,5185	0,9335	
	$a_2$	9,0201	15,8749	12,9393	16,5795	
$A_m=f(\delta)$ $A_m=b_0+b_1\cdot\delta+b_2\cdot\delta^2+b_3\cdot\delta^3$ (bug'doy)	$b_0$	21,4265	19,7186	17,7528	12,5068	$\max\{A-A_m\}=$ 0,4671(n=750) 0,5198(n=1000) 0,1875(n=1500) 0,1600(n=2000)
	$b_1$	-31,2308	-28,4465	-24,9969	-23,0542	
	$b_2$	21,5873	19,6960	15,4096	15,9552	
	$b_3$	-5,1475	-4,7847	-3,3530	-4,0678	

1	2	3	4	5	6	7
$Q_m=f(\delta, n)$ $Q_m=a_0+a_1\cdot\delta+a_2\cdot\delta^2+a_3\cdot n_1+a_4\cdot n_1^2+a_5\cdot\delta\cdot n_1$ (bug‘doy)	$a_0=2,0309$ $a_1=-19,6439$ $a_2=13,7035$ $a_3=1,2627$ $a_4=-0,0175$ $a_5=1,3357$					$\max\{Q-Q_m\}=3,8547$ yoki 6,5% eksperimental qiymatlarga nisbatan $Q=59$ kg/h
$A_m=\varphi(\delta, n, Q)$ $A_m=b_0+b_1\cdot\delta+b_2\cdot\delta^2+b_3\cdot n_1+b_4\cdot n_1^2+b_5\cdot Q+b_6\cdot Q^2+b_7\cdot\delta\cdot n+b_8\cdot\delta\cdot Q+b_9\cdot n\cdot Q$ (bug‘doy)	$b_0=24,0529$ $b_1=-27,9075$ $b_2=-1,2004$ $b_3=-1,0103$ $b_4=-0,0075$ $b_5=0,6025$ $b_6=0,0032$ $b_7=0,6874$ $b_8=-0,4730$ $b_9=-0,0061$					$\max\{A-A_m\}=0,6832$ yoki 10,1% eksperimental qiymatlarga nisbatan $A=6,7$

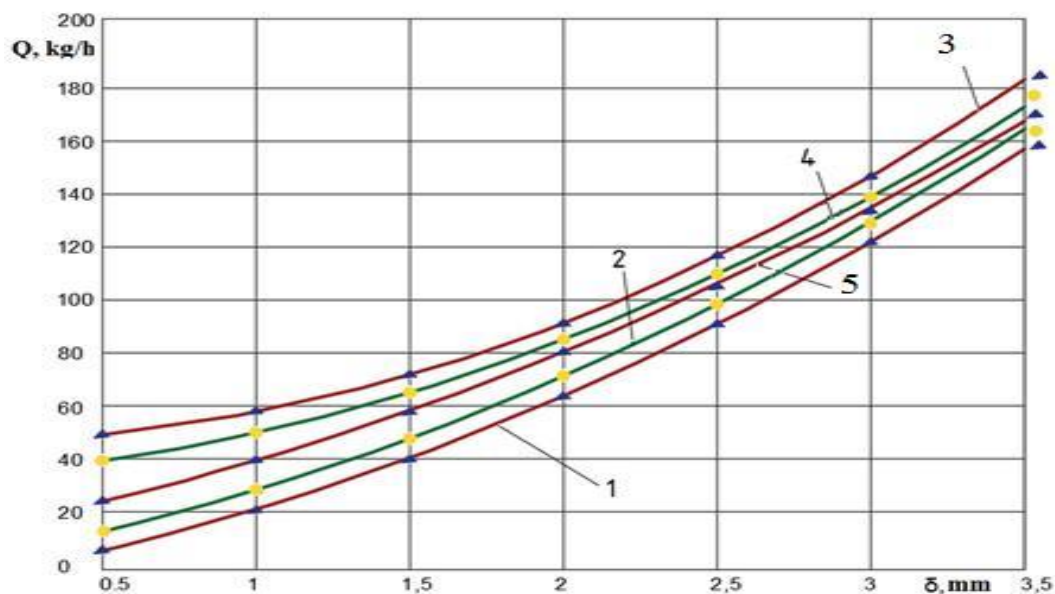
3.5-jadvaldan ko‘rinib turibdiki  $\delta$  tirqishning kichik qiymatlarida, ayniqsa ish unumi oshganida solishtirma energiya sarfi keskin ortib boradi. Bu xuddi bug‘doyni maydalashdagi singari ishchi kameradan chiqishda maydalangan donning zichligi bilan bog‘liq bo‘lib, ishqalanish bilan maydalanishga, mahsulot va ishchi organlar qizishiga sarflangan energiya bilan bog‘liq. Shuningdek, kichik tirqishlarda makkajo‘xorini maydalashda bug‘doyni maydalashdagiga qaragandagidan sezilarli kattaroq. Bu ushbu o‘simliklar donlarning o‘lcham xarakteristikasining farqi va ularning fizik-mexanik xususiyatlari bilan izohlanadi. Bir xil qo‘yilgan tirqishlarda  $\delta$  maydalanish darajasi (ya’ni, maydalanishlar soni) kattalashishi bilan solishtirma ish tez kichiklashadi, bu mahsulot maydalanish darajasining kichiklashishi bilan bog‘liq.

Eksperimental ma’lumotlar 3.5-jadval asosida ish unumi  $Q_m$  va bajarilgan ish  $A_m$  larning ishchi kamera tirqishi  $\delta$  ga bog‘liqliklarining beshta tezlik rejimlarida nazariy modellari olindi.  $Q(\delta)$  bog‘liqlik uchun:

1.  $n_1=750$  r/min da  $Q_{1m}=7,889 \cdot \delta^2+18,9431 \cdot \delta-4,7628$ ;  
 $\max\{Q_1-Q_{1m}\}=3,521$  yoki 2,19% ( $Q_1=160,7$  kg/h da);
2.  $n_2=1000$  r/min da  $Q_{2m}=7,9619 \cdot \delta^2+18,7752 \cdot \delta+2,3486$ ;  
 $\max\{Q_2-Q_{2m}\}=3,0049$  yoki 1,78% ( $Q_2=168,6$  kg/h da);
3.  $n_3=1500$  r/min da  $Q_{3m}=6,9381 \cdot \delta^2+20,0533 \cdot \delta+12,7071$ ;  
 $\max\{Q_3-Q_{3m}\}=-4,7099$  yoki 3,6% ( $Q_3=130,6$  kg/h da);
4.  $n_4=2000$  r/min da  $Q_{4m}=9,4452 \cdot \delta^2+6,9883 \cdot \delta+33,1886$ ;  
 $\max\{Q_4-Q_{4m}\}=-3,7609$  yoki 2,8% ( $Q_4=135,4$  kg/h da);
5.  $n_5=2500$  r/min da  $Q_{5m}=11,3219 \cdot \delta^2-0,2948 \cdot \delta+46,2114$ ;  
 $\max\{Q_5-Q_{5m}\}=2,8759$  yoki 1,9% ( $Q_5=150,1$  kg/h da).

Bu yerda xatolikni baholashda foyizda uning qiymatini moduli olindi. Nazariy model  $Q_m(\delta)$  ni tahlil qilish  $\delta=0$  da  $Q_m=0$  bo‘lishi kerakligini ko‘rsatmoqda. Lekin, misol uchun  $\delta=0$  da  $Q_{1m}= - 4,7628$ , ya’ni salbiy tomonda turibdi (u fizik nuqtai nazardan mumkin emas), a  $\delta=0,2295$  mm da  $Q_m=0$  (ikkinchi ildiz -2.6325 ni qo‘llab bo‘lmaydi.  $Q_{2m}$  uchun ikki ildizi ham salbiy tomonda ( $\delta_1= - 2,22$ ;  $\delta_2= -0,13$ ) yotibdi. 3.9 - rasmda ishchi tirqish  $\delta$  kattaliklarida bog‘lanishlar

keltirilgan. To'liq chiziqlarda rotor har xil tezlik rejimlarida modellar ifodalari ko'rsatilgan. Eksperimental ma'lumotlar nuqtalar ko'rinishida tushirilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, barcha rejimlarda ish unumi  $\delta$  ning kattalashishiga qarab kattalashmoqda, shu bilan birga  $\delta$  o'sishi bilan uning tezligi o'sishi ham kattalashmoqda. Eksperimental nuqtalarning nazariy egri chiziq'larga nisbatan katta chetga chiqishi  $\delta=3$  mm kesimida yotibdi. Foyizli ko'rsatkichlarda ular sezilarsiz va ularning sonli qiymatlari yuqorida keltirilgan.



1-750 r/min; 2-1000 r/min; 3-1500 r/min; 4-2000 r/min; 5-2500 r/min.

### 3.9-rasm. Har xil tezlik rejimlarida makkajo'xori doni uchun ishchi kamera ish unumining tirqish $\delta$ ga bog'likligi

Solishtirma ish uchun  $\delta$  dan funksiya sifatida quyidagi ifodalar olingan (koeffitsiyentlar ikkinchi belgigacha aniqlikda keltirilgan):

$$1. n_1=750 \text{ r/min } A_{1m}= 20,63 \cdot \delta^{-1.13} \cdot \text{yexr}(-0,11 \cdot \delta^2);$$

$$\max\{A_1-A_{1m}\}=-3,25 \text{ yoki } 8\% (A_1=40,69);$$

$$2. n_2=1000 \text{ r/min } A_{2m}= 19,91 \cdot \delta^{-1.05} \cdot \text{yexr}(-0,12 \cdot \delta^2);$$

$$\max\{A_2-A_{2m}\}=2,61 \text{ yoki } 7\% (A_2=37,29);$$

$$3. n_3=1500 \text{ r/min } A_{3m}= 18,4 \cdot \delta^{-1} \cdot \text{yexr}(-0,14 \cdot \delta^2);$$

$$\max\{A_3-A_{3m}\}=2,19 \text{ yoki } 6,5\% (A_3=33,65);$$

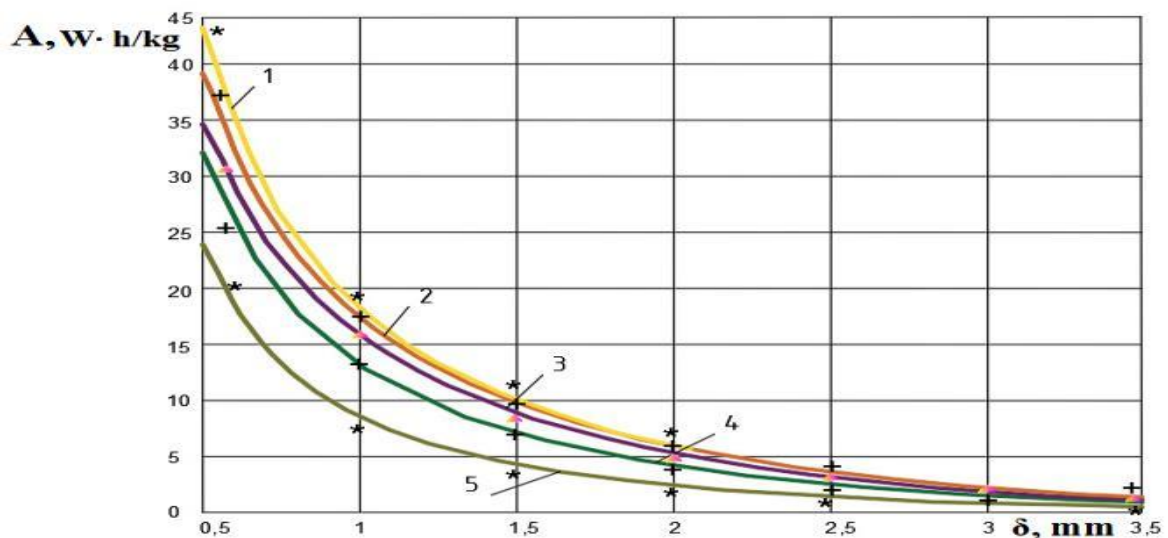
$$4. n_4=2000 \text{ r/min } A_{4m}= 15,03 \cdot \delta^{-1.17} \cdot \text{yexr}(-0,12 \cdot \delta^2);$$

$$\max\{A_4-A_{4m}\}=-2,18 \text{ yoki } 7,1\% (A_4=30,69);$$

$$5. n_5=2500 \text{ r/min } A_{5m}= 9,67 \cdot \delta^{-1.37} \cdot \text{yexr}(-0,11 \cdot \delta^2);$$

$$\max\{A_5-A_{5m}\}=0,43 \text{ yoki } 4,7\% (A_5=9,06);$$

Ushbu holat uchun ikkinchi va yuqorigi tartibli polinom modellari bilan qabul qilish uchun aniqlikga erisha olmadik. Shu sababli model strukturasi boshqasini olishga to'g'ri keldi. Bu yerda  $A_m(\delta)$  modeli so'ngi ko'rinishda keltirilgan, koeffitsiyentlarni olish metodikasi keyingi paragrafda bayon etiladi. 3.10-rasmda maydalash solishtirma ishi  $A$  ning ishchi tirqish  $\delta$  ga nisbatan bog'liqligi har xil tezlik rejimlari uchun olingan. Eksperimental nuqtalarning holati nazariy egri chiziqlarga nisbatan yetarli yuqori aniqlikda to'g'ri kelishini tasdiqlaydi. Nazariy modellar ko'proq fizik jarayonga mos keladi, chunki,  $\delta \rightarrow 0$ ,  $A_m \rightarrow \infty$  da  $Q$  nolga intiladi. Shu bilan birga barcha energiya materialni maydalashga, material va ishchi organ qizishiga sarflanadi.  $\delta$  kattalashishida donning maydalanishi yakunlanish momentida solishtirma ish butun donni ishchi kameraga kirish momentidan to'chiqish momentigacha surish ishiga aylanadi.



1-750 r/min; 2-1000 r/min; 3-1500 r/min; 4-2000 r/min; 5-2500 r/min

**3.10-rasm. Ishchi kamera tirqishi  $\delta$  ga nisbatan solishtirma ish  $A$  ning makkajo'xori doni uchun har xil tezlik rejimlaridagi bog'liqligi**

Eksperimental ma'lumotlar nuqtalar bilan belgilangan. Biz tomondan solishtirma ish  $A_m(\delta, Q)$  uch o'lchamli modeli tezlik rejimlari barcha diapazoni uchun 3.4-jadval (13-ilovada keltirilgan) asosida olindi:

1.  $n_1=750$  r/min da  $A_{1m}=41,67-31,4\cdot\delta+7,64\cdot\delta^2+3,19\cdot\delta^{-2}+0,035\cdot Q-0,05\cdot\delta\cdot Q$ ,  
max xatolik 0,3836 yoki 3,5% ( $A_1=10,86$ );

2.  $n_2=1000$  r/min da  $A_{2m}=56,9-84,39\delta+19,04\cdot\delta^2+1,1\cdot\delta^{-2}+1,26\cdot Q-0,35\cdot\delta\cdot Q$ ,  
max xatolik 0,0126 yoki 0.2% ( $A_2=5,48$ );

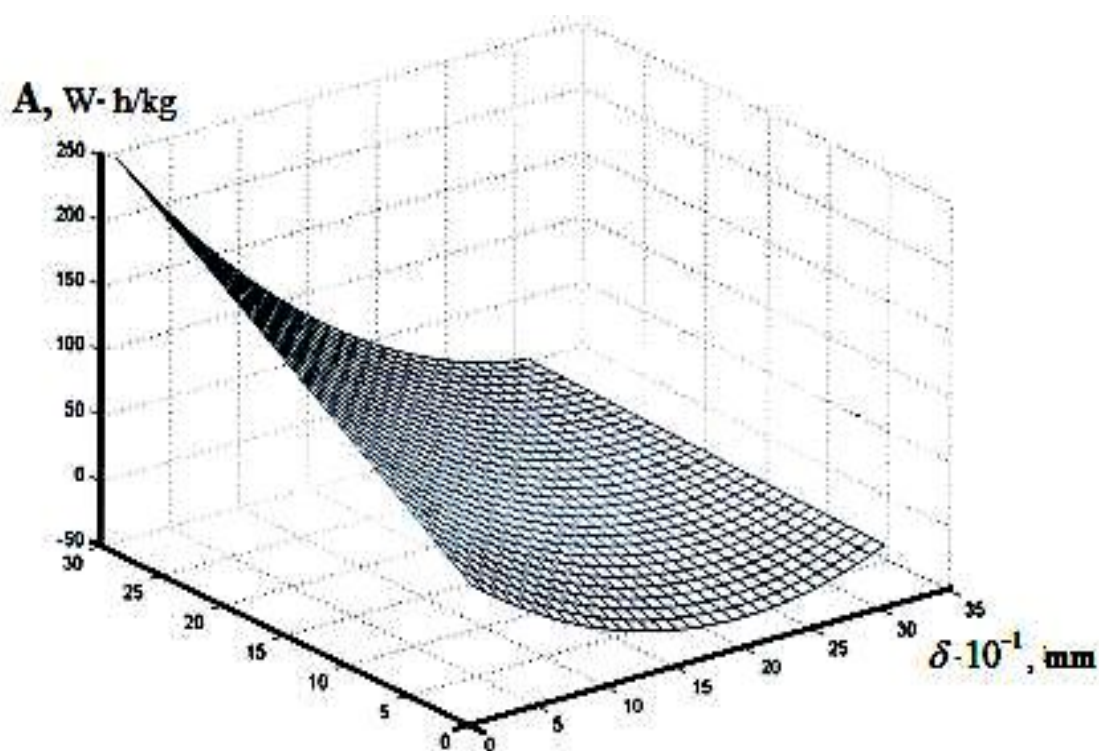
3.  $n_3=1500$  r/min da  $A_{3m}=32,63-56,29\delta+14,01\delta^2+1,96\cdot\delta^{-2}+0,85\cdot Q-0,25\cdot\delta\cdot Q$ ,  
max xatolik 0,3044 yoki 6,5% ( $A_3=4,65$ );

4.  $n_4=2000$  r/min da  $A_{4m}=21,62-26,85\delta+6,17\cdot\delta^2+2,72\cdot\delta^{-2}+0,32\cdot Q-0,09\cdot\delta\cdot Q$ ,  
max xatolik 0,3513 yoki 9,5% ( $A_4=3,65$ );

5.  $n_1=2500$  r/min da  $A_{5m}=7,43-15,37\cdot\delta+4,45\cdot\delta^2+3,57\cdot\delta^{-2}+0,23\cdot Q-0,08\cdot\delta\cdot Q$ ,  
max xatolik 0,01940 yoki 5,3% ( $A_1=0,36$ );

$Q(\delta)$ ,  $A(\delta)$  va  $A(\delta, Q)$  larni o'z ichiga olgan modellar eksperimentlar chegarasi doirasida yuqori adekvatlikga ega va ularni ushbu turdagi ishchi organga ega don maydalagichlarni injenerlik hisoblashlari uchun tavsiya etsa bo'ladi. 3.11-rasmda  $A_m(\delta, Q)$  ning umumiy ko'rinishi uch o'lchamli kenglikda keltirilgan va u o'zi sezilarli ekstremumsiz monoton o'zgaradigan yuzani ko'rsatadi. Rasmdagi kesim ko'rinishi  $A_m=const$  qiymatida  $\delta$  va  $Q$  larning bog'likligi chiziqli bo'lmagan tavsifga ega ekanligini ko'rsatdi.

3.3 va 3.4–jadvallardan ko'rinib turibdiki bir xil  $\delta$  ( $\delta \leq 0,5$ -istisno) da bug'doy donini maydalashga qaraganda makkajo'xori donini maydalashda ish unumi yuqoriroq.  $\delta$  qiymatlari diapazonida bug'doy donining maydalash jarayonini boshlanishi makka donini maydalash jarayoni boshlanishidan sezilarli yuqori, u uning geometrik o'lchamlarining kattaligi bilan tushuntiriladi. Bajariladigan solishtirma ishning makka donini maydalashda bug'doy donlarini maydalashga nisbatan  $\delta=1-2,5$  ni farqlanishi, birinchi navbatda boshlang'ich mahsulotni maydalash darajasining farqlari bilan, so'ng butun don va don yormasi bo'lakchalarining mustahkamlik xususiyatlari farqi bilan tushuntiriladi.



**3.9-rasm. Uch o'lchamli kenglikda  $A(\delta, Q)$  yuzasining  $n=1500$  r/minda umumiy ko'rinishi (makkajo'xori donini maydalashda)**

### **3.1.4 Don materiallari yormasining sifat ko'rsatkichlarini tadqiq etish**

Ishlab chiqarishda yorma sifati standart g'alvirlar yig'masidan olingan mahsulotni elab o'tkazish asosida aniqlaniladi. Oldindan sinab maydalangan don yormasi tarqalishi zichligi yuqoriligini ko'rsatdi, shu sababli standart g'alvirlar yig'masini ko'paytirishga to'g'ri keldi. Bu tasodifiy kattalik  $x_i$  (don maydalangandan keyingi yorma o'lchamlari) ni intervallari sonini ko'paytirish va ko'proq to'la diskret eksperimental tarqalishni hamda nazariy modellarni olish imkonini berdi.

Yuqorida yozilgan metodikaga mos bug'doyni maydalash misolida rotor aylanishlar chastotasi 750 r/min da va ishchi kamera tirqishi  $\delta=1,5$  mm da olingan tajriba ma'lumotlariga ishlov berish tartibi ko'rib chiqildi. 3.6-jadvalda 5 ta takrorlashlarning o'rtacha qiymati bo'yicha yorma natijalari keltirilgan.

3.6-jadvalda keltirilgan diskret (eksperimental) tarqalish sonli ma'lumotlari yorma zarrachalarining o'rtacha kattaligini



$$\bar{x} = \sum_{i=1}^5 x_i \cdot P_i = 2,35 \text{ mm},$$

hamda dispersiyasini aniqlash imkonini beradi

$$D = \sum_{i=1}^5 (x_i - \bar{x})^2 \cdot P_i = 0,2415$$

### 3.6-jadval.

**n=750 r/min va  $\delta = 1,5$  mm da yorma zarrachalarining o'lchamlari bo'yicha tarqalishi**

Zarrachalar o'lchamlari $x_i$ , mm	1,1-1,35	1,35-1,75	1,75-2,25	2,25-2,75	2,75-3,0
Uchrashishlar soni (chastoty) $R_i$	0,04	0,06	0,1	0,3	0,5
To'plangan uchrashishlar soni yig'indisi $F = \sum R_i$	0,04	0,1	0,2	0,5	1,0

3.6-jadvaldan ko'rinib turibdiki zarracha, misol uchun 1,75 mm da  $D(x=1,75) = 0,1$  kattalikga ega bo'lishi ehtimoli, to'plangan uchrashishlar soni esa  $R(x \leq 1,75) = 0,2$  olindi.

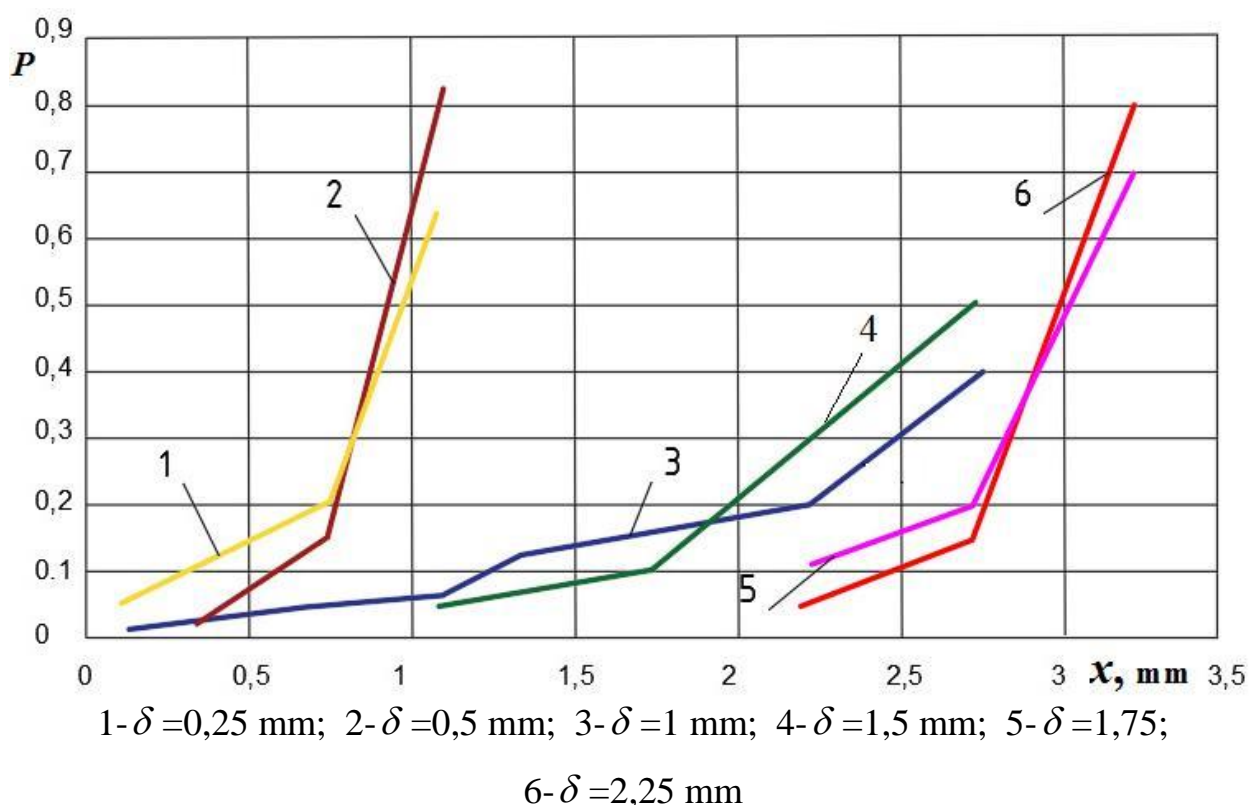
Eksperimental ma'lumotlar bo'yicha jarayonni analitik yozish har xil turdagi ma'lum tasodifiy kattaliklarning tarqalish funksiyalari (normal tarqalish, gamma-tarqalish, eksponensial tarqalish va shunga o'xshashlar) qo'llaniladi. Nazariy tarqalishning ko'proq to'g'ri kyeladigan tipini aniqlash uchun 3.10-rasmda n=750 r/min da  $\delta$  ning xar xil qiymatlari uchun qurilgan grafik ko'rinishida keltirilgan  $P = f(x)$  funksiyani ko'rib chiqildi.

3.10-rasmdan bog'likliklar chiziqli emas va  $\delta$  kattalashishi bilan qat'iy o'sishi ko'rinib turibdi. Shu sababli

$$P_m = A \cdot e^{bx} \text{ yoki } P_m = A \cdot x^a \cdot e^{bx}, \quad (3.5)$$

ko'rinishdagi eksponensial tarqalishni tanlash ko'proq muvaffaqiyatli bo'lish mumkinligini taxmin qilish mumkin, bu yerda indeks m-modelning ta'luqliligini

bildiradi;  $A$ ,  $a$ ,  $\nu$ -koeffitsiyentlar, ularni eksperimental ma'lumotlar bazasida aniqlandi.



### 3.10-rasm. $n=750$ r/min $\delta$ tirqish turlicha bo'lganida bug'doyni maydalashda zarralarning o'lchamlari chastotalarining eksperimental taqsimlanishi

Ish [94; 95; 37-39-b.] da modellar koeffitsiyentini chiziqli ifodalar ko'rinishida eng kichik kvadratlar uslubida aniqlash uslubi ko'rib chiqilgan. Bu uslub (3.7-jadval) boshqa tipdagi chiziqsiz funksiyalarni yechishda ham qo'llanishi mumkin. Buning uchun ularni o'zgaruvchilarini almashtirish yo'li bilan noma'lum koeffitsiyentlarga nisbatan chiziqli ko'rinishga keltirish mumkin. 3.7-jadvalda ba'zi bir chiziqsiz funksiyalarni qayta o'zgartirishlari keltirilgan, ular amalda qayta o'zgartirishlarni bajarishda foydali bo'lishi mumkin.

Qarab chiqayotgan misol uchun  $P_m = A \cdot e^{bx}$  ni qabul qildik. Chiziqli ko'rinishga keltirish uchun qayta o'zgartirishni bajaramiz:  $z = \ln(P)$ ;  $a_0 = \ln A$ ,  $a_1 = b$  qabul qilindi.

Ushbu ifoda koeffitsiyentlari EHM da to'g'ri hisoblash rejimida «MatLAB» qobig'ida bajarilgan amallar keltirilgan.

vektor  $z = \ln(R)$ ; birlamchi vektor  $r = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$ ;

matrisa  $s = [r; \chi]$ ;

tenglama koeffitsiyentlari  $z(\chi)$

$R_a = s^{-1} / z'$

$R_a = [-4.9659, 1.5867]$ , ya'ni  $\ln A = -4.9659$ ;  $a_1 = 1.5867$ .

Natijada tenglama modelini olamiz

$$P_m = 0,007 \cdot e^{1,5867x}$$

$x_i$  ning diskret qiymatlari uchun vektorni hisoblaymiz  $R_m = [0.0401 \ 0.00596$   
 $0.1125 \ 0.2486 \ 0.5497]$ ;

va hatoliklar vektori  $R - R_m = [-0.0001 \ 0.0004 \ -0.0125 \ 0.0514 \ -0.0497]$ ,

xuddi shunday qilib chastotalar yig'indisi funksiyasining modeli funksiyasi olinadi:

vektor  $z = \ln(F)$ , bu yerda: vektor  $F = [0.04 \ 0.1 \ 0.2 \ 0.5 \ 1.0]$ ;

xususiy vektor  $r = [1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]$ ;

matrisa  $s = [r; \chi]$ ;  $1.1 \ 1.35 \ 1.75 \ 2.25 \ 2.75]$ ;

tenglama koeffitsiyentlari  $z(F)R_a = S^{-1}$ .  $\ln A = a_0 = -4.9659$   $a_1 = 1.5867$

koeffitsiyent  $A = \exp(-5.026) = 0.0066$ ;

bundan  $F_m = 0.0066 \cdot e^{1,8811 \cdot x}$ ;

$F_m$  qiymatlari  $x_i$  nuqtalarda vektor ko'rinishida

$F_m = [0.0523 \ 0.08360.1775 \ 0.4547 \ 1.0646]$ ;

Hatoliklar vektori

$F - F_m = [-0.0123 \ 0.01640.0225 \ 0.0453 \ -0.0646]$  hatolikning maksimal qiymati bilan 0.0646.

Tasodifiy kattaliklarning taqsimlanishini chuqurroq tahlil qilish, buning uchun tasodifiy kattalikning  $x_1 - x_2$  intervallar oralig'iga to'g'ri kelish ehtimolligi, boshlang'ich va markaziy momentlarni va taqsimlanishning boshqa tavsiflarini

aniqlash uning taqsimlanish tig'izligini (zichligini) bilish talab qilinadi.  $F_m$  ga ega bo'lgandan keyin taqsimlanishning tig'izligini olamiz

$$\varphi_m = \frac{dF_m}{dx} = 0,0124 \cdot e^{1,8811x}$$

$x_1 - x_2$  intervalga tasodifiy  $X$  kattalikning to'g'ri kelish ehtimoli

$$P(x_1 \leq X \leq x_2) = \int_{x_1}^{x_2} \varphi_m dx$$

$x_1=1,1$  mm va  $x_2=2,75$  bo'lganida (ya'ni maydalangan mahsulot zarralari o'lchamining to'liq intervali) bu ehtimollik birga teng bo'lishi kerak. Bunda  $F_m$  ham birga teng bo'lishi kerak bo'lgani uchun,  $\varphi_m$  modelining aniqligini qo'shimcha aniqlash uchun, quyidagini hisoblaymiz

$$F_m = \int_{1,1}^{2,75} 0,012 \cdot \exp(1,8811 \cdot x) dx = 1,0123 \text{ bu birga deyarli yaqin.}$$

Tasodifiy kattalikning matematik kutilishi

$$X_m = \int_{1,1}^{2,75} x \cdot \varphi_m \cdot dx = 2,5537 \text{ mm}$$

Dispersiya

$$D_m = \int_{1,1}^{2,75} (x - X_m)^2 \cdot \varphi_m \cdot dx = 0,2393$$

Integrallarni hisoblash uchun «MatLAB» da mavjud oddiy amaliyot bajarildi:

$F_m=0,0124 \cdot x \cdot \text{yexr}(1,8811 \cdot x)$ ; quad (F, 1,1, 2,75)

ans=1,0123

$X_m=0,0124 \cdot x \cdot \text{yexr}(1,8811 \cdot x)$ ; quad ( $X_m$ , 1,1, 2,75)

ans=1,0123

$D_m=0,0124 \cdot ((x-2,5537).^2) \cdot \text{exp}(1,8811 \cdot x)$ ;

quad ( $D_m$ , 1,1, 2,75)

ans=0,2393

### 3.7-jadval.

#### Eksperimental ma'lumotlar bo'yicha eng kichik kvadratlar uslubida ba'zi bir chiziqsiz funksiyalarni qayta o'zgartirish

№	Boshlang'ich chiziqsiz funksiya	Qaysi ko'rinishga keltiriladi	O'zgaruvchilarni almashtirish
1	$Y = A \cdot e^{\epsilon x}$	$z = a_0 + a_1 x$	$z = \ln Y, \epsilon = a_1, a_0 = \ln A$
2	$Y = B \cdot x^{\epsilon}$	$z = a_0 + a_1 u$	$z = \ln Y, u = \ln x,$ $a_0 + \ln B, a_1 = \epsilon$
3	$Y = A \cdot x^a \cdot e^{\epsilon x}$	$z = a_0 + a_1 \ln x + a_2 x$	$z = \ln Y, a_0 = \ln A,$ $a_1 = a, a_2 = \epsilon$
4	$Y = A \cdot x^a \cdot e^{ax^2}$	$z = a_0 + a_1 \ln x + a_2 x^2$	$z = \ln Y, a_0 = \ln A,$ $a_1 = a, a_2 = \epsilon$
5	$Y = A \cdot e^{\frac{(x-a)^2}{2\sigma^2}}$	$z = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$	$z = \ln Y, a_0 = \ln A - \frac{a^2}{2\sigma^2},$ $a_1 = \frac{a}{\sigma^2}, a_2 = \frac{1}{2\sigma^2}$
6	$Y = A \cdot a^x \cdot e^{bx^2}$	$z = a_0 + a_1 x + a_2 x^2$	$z = \ln Y, a_0 = \ln A,$ $a_1 = \ln a, a_2 = b$

3.7-jadvalda tajriba ma'lumotlariga ishlov berish natijalari keltirilgan, 3.11-rasmda  $R(x)$  diskret qator nuqtalar va  $R_m(x)$  uzluksiz egri chiziqlar ko'rinishida berilgan. 3.11-rasmdagi egri chiziqlar 1, 2, 5, 6 hollarda, kichik  $\delta=0,25-0,5$  mm va katta  $\delta=1,75-2,25$  mm tirqishlar uchun taqsimlanishlar zichligi yuqoriligini ko'rsatdi. 1, 2 egri chiziqlar uchun barcha zarralar mos holda  $D_1=0,082-0,09$  va  $D_2=0,0408-0,0339$  dispersiyalarda ( $R=1$  ehtimolligi bilan) 0,98 mm intervalda joylashgan. 5, 6 egri chiziqlar uchun 1 mm uzunlikda joylashgan maydalanish zarralari mos holda  $D_5=0,1337-0,11$ ;  $D_6=0,0688-0,0719$ . Bu maydalanish massasining bir xilligidan dalolat beradi.

Shunday qilib,  $\delta=0,25$  da  $\bar{x} = 0,9 \pm 0,2$  diapazonga maydalanish massasining 70% to'g'ri keladi, changsimon fraksiyalar ( $x < 0,1$ ) miqdori esa, 3% dan ko'p emas. Changsimon fraksiyaning mavjudligi faqat  $\delta=0,25; 0,5; 1$  mm bo'lganida mavjud. Katta tirqishlarda maydalanganda changsimon fraksiya yo'q. Tirqish  $\delta=1-1,5$  mm bo'lganida zarra o'lchamlarining tarqalishi katta bo'lishi kuzatiladi. Jumladan tirqish  $\delta=1$  mm da ko'p bo'lmagan miqdorda (2% dan ko'p emas) changsimon fraksiyaning bo'lishi va  $D_3=0,5209-0,5067$  dispersiya ko'rilayotgan hol uchun eng katta,  $\bar{x} = 2,05 \pm 0,7$  diapozonda esa maydalangan zarralar miqdori maydalangan massaning 70% ni tashkil qiladi.  $\bar{x}$  va  $\delta$  o'rtasidagi farq ishchi kameradan chiqish momentidagi zarralarning parchalanishi va harakatlanishidagi jarayon xususiyatlari bilan izohlanadi.  $\delta=1,75-2,25$  mm bo'lganida, taqsimlanish tig'izligi  $\delta=2,25$  mm dan ancha katta bo'lsada zarralarning o'rtacha o'lchamlari kam farqlanadi. Bu qalinligi  $\delta$  dan katta yoki kichik bo'lgan maydalanmagan zarralar chiqishining ko'payishi bilan izohlanadi.

$n=1000, 1500, 2250$  r/min bo'lganida bug'doyda o'tkazilgan xuddi shunday tajribalar natijalari tahlilidan ko'rinib turibdiki,  $\delta$  tirqish bir xil bo'lganida maydalash sifatida sezilarli farq yo'q. Buni tasdiqlash uchun  $\delta=1,5$  mm bo'lganda  $n=1000$  r/min dagi diskret taqsimlanish parametrlari va nazariy modellari EHM da hisoblandi.

$$x=[1.1 \ 1.35 \ 1.75 \ 2.25 \ 2.75 \ 3.25]; p=[0.01 \ 0.04 \ 0.08 \ 0.15 \ 0.22 \ 0.5];$$

$$F=[0.01 \ 0.05 \ 0.13 \ 0.28 \ 0.5 \ 1];$$

$$X=x \cdot p$$

$$X=2.7725$$

$$D=(x-X)^2 \cdot p$$

$$D=0.3476$$

$$R=[1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1 \ 1]; z=\log(p); s=[r;x];$$

$$pa=s/z$$

$$pa=$$

$$-5,7038$$

```

1,5879
A=exp(-5.7038)
A=0.0033
pm=0.0033·exp(1.5879·x)
pm=
0.0189 0.0282 0.0531 0.1175 0.2600 0.5751
p-pm-hatoliklar vektori
ans=
-0.0089 0.0118 0.0269 0.0325 -0.0400 -0.0751
z=log(F); r=[1 1 1 1 1 1]; k=(x.^2); s=(log(x));
aniqlanish sohasi Fm
pa=s/z
pa=
-4.6435
5.4877
-0.1863
A=exp(-4.6435)
A=
0.0096
Fm=0.0096·(x.^5.4877)·exp(-0.1863·(x.^2))
Fm=
0.0129 0.0355 0.1170 0.3201 0.6044 0.8644
F- Fm-hatoliklar vektori
A
ans=
-0.0029 0.0145 0.0130 -0.0401 -0.1044 0.1356
Taqsimlanish tig'izligi
Fm=0.0527·(x.^4.4877)·exp(-0.1863·(x.^2))-0.0036·((x.^5.4877)·x)·exp(-
0.1863·(x.^2))

```

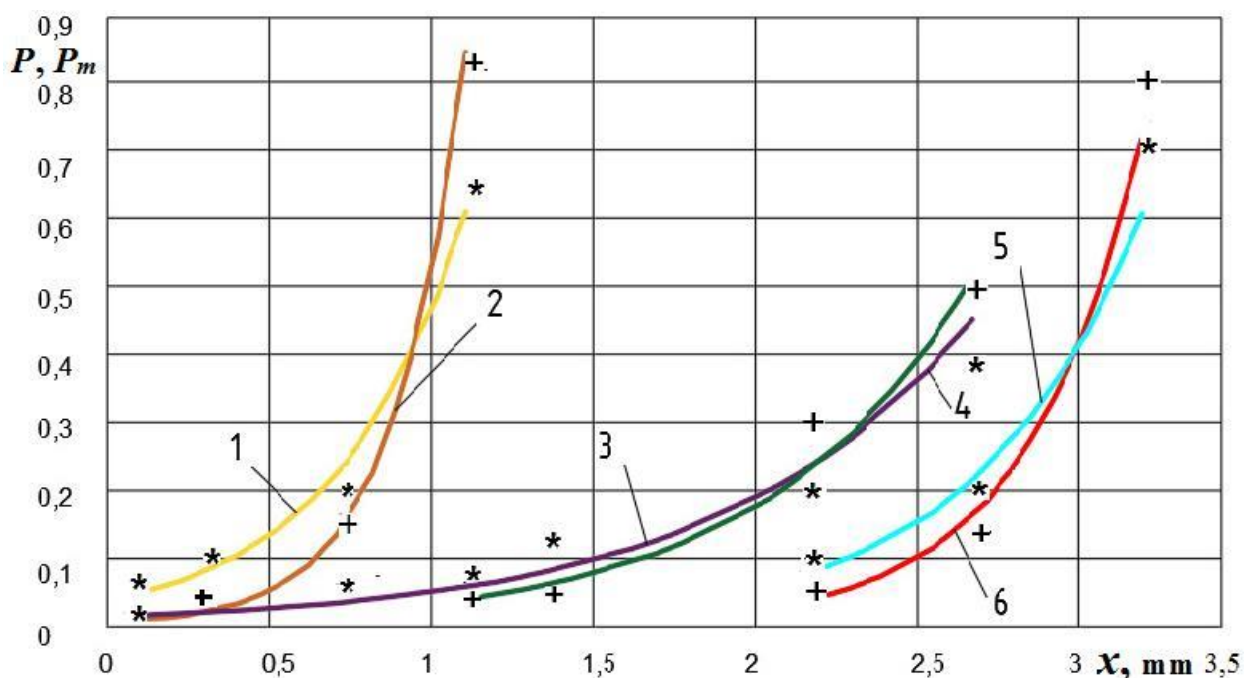
Bu yerda  $R_m=0,0038 \cdot ye^{1,5879 \cdot x}$  modeli diskret (tajriba) taqsimlanishdagi maksimal xatolik 0,0751 bilan juda yaqin kelgan. To'plangan chastotalar yig'indisining modeli murakkabligi ancha yuqori:

$$F_m = 0,0096 \cdot x^{5,4877} \cdot e^{-0,1863x^2}$$

Bunda maksimal xatolik 0,1356 ga teng. U holda taqsimlanish modeli quyidagicha bo'ladi

$$\varphi_m = 0,0527 \cdot x^{4,4877} \cdot e^{-0,1863x^2} - 0,0036 \cdot x^{5,4877} \cdot e^{-1,863x^2}$$

Hisob-kitoblar  $x_m = 2,7438$  va  $D_m = 0,3180$  ni beradi.



1-  $\delta = 0,25$  mm; 2-  $\delta = 0,5$  mm; 3-  $\delta = 1$  mm; 4-  $\delta = 1,5$  mm; 5-  $\delta = 1,75$  mm; 6-  $\delta = 2,25$  mm

### 3.11- rasm. Makkajo'xori donini maydalashda $n=750$ r/min va ishchi kamera tirqishi $\delta$ turlicha bo'lganida o'lchamlar chastotasining nazariy (sidirg'a chiziqlar) va eksperimental (nuqtalar) taqsimlanishi

Xuddi shunday tadqiqotlar makkajo'xori donini maydalash natijalaridan ham olingan, natijalar 3.4-jadvalda keltirilgan. Bunda modellarning yuqori aniqligi  $y = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + \dots + a_n \cdot x^n$  ko'rinishdagi algebrik ifodalar yordamida



olingan. 3.11–rasmda  $R$  va  $R_m$  chastotadagi bog‘liqliklarning zarra o‘lchamlari  $x$  ga bog‘liqligining tavsifi ko‘rsatilgan. 3.11–rasmdan ko‘rinib turibdiki katta va kichik tirqish  $\delta$  larda zarralar o‘lcham  $x$  lari katta farq qilmagan, demak taqsimlanishlar yuqori zichlikka ega.

Bug‘doy donida (3.10-rasm) bo‘lgani kabi makkajo‘xori uchun (3.11-rasm) ham,  $x$  kattalikning taqsimoti dipressiya  $D$  ning eng katta qiymati (3.7 va 3.8-jadvallar)  $\delta = 1-1,5$  mm oraliqda kuzatildi. Ushbu jadvallardan bug‘doy va makkajo‘xori uchun  $\delta$  ning bir xil kattaliklarida  $x$ ,  $x_m$ ,  $D$ ,  $D_m$  larning nisbatan katta bo‘lmagan farqi ko‘rinib turibdi.

Shuning uchun takidlash mumkinki, olingan natijalar turli xil don materiallarini maydalashda boshlang‘ich diametri ishchi kameraga kirishda  $d_0=3-10$  mm bo‘lishi kerak. Shuningdek (bug‘doy va makkajo‘xori uchun) turli tezlik rejimlari 1000, 1500, 2000 2500 r/min uchun o‘tkazildi, ular o‘zaro va 3.3 va 3.4-jadvaldagi (3.4-jadval 13-ilovada keltirilgan) ko‘rsatkichlar uchun sifat ko‘rsatkichlariga sezilarli ta‘sir qilmaydi. Buning asosida sifat ko‘rsatkichlariga tezlik rejimlari katta ta‘sir ko‘rsatmaydi deb hisoblash mumkin.

Zarra o‘lchamlari bir xildagi  $x$  bo‘lganida ham  $\delta=1-1,5$  mm oralig‘ida bolg‘achali maydalagichlarga nisbatan tadqiq qilinayotgan maydalagich nisbatan ko‘proq taqsimlanish tig‘izligiga ega. Masalan,  $x=2,35$  mm bo‘lganida (eksperimental mashina uchun  $\delta=1,5$  mm)  $x=1,1-2,75$  bo‘lganida  $D=0,24$  olindi, bolg‘achali maydalagich uchun  $x=0,1-3,15$  bo‘lganida  $D=0,95$  olindi, bunda changsimon fraksiyaning mavjudligi 6% atrofida.

## 3.8 - jadval.

**n=750 r/min bo'lganida bug'doyni maydalashda zarralarning x o'lchamlari tasodifiy kattaliklarning eksperimental va nazariy taqsimlanishi**

Ishchi kameradagi tirgish kattaligi	Eksperiment natijalari	metik qiymat, $\bar{x}$	Dispersiya, $D$	Nazariy modellar	Matematik kutish, $x_m$	Dispersiya, $D_m$	Xatoliklar kattaligi
1	2	3	4	5	6	7	8
$\delta=0,25$ mm	Maydalangan zarra o'lchamlari $x=[0,12 \quad 0,325 \quad 0,75 \quad 1,1]$ ; Chastotalar $R=[0,05 \quad 0,1 \quad 0,2 \quad 0,65]$ ; Taqsimlanish funksiyasi $F=\sum P_i=[0,05 \quad 0,15 \quad 0,35 \quad 1]$ ;	0,9035	0,094	$P_m = 0,0387 \cdot \exp(2,4653 \cdot x)$ ; $F_m = 0,0439 \cdot \exp(2,8591 \cdot x)$ ; Taqsimlanish tig'izligi $\varphi_m = F_m^1 = 0,1255 \cdot \exp(2,8591 \cdot x)$ ;	0,8501	0,082	$\max\{P - P_m\} = 0,064$ ; $\max\{F - F_m\} = 0,065$ ; $(\bar{x} - x_m) = 0,0534$ ; $(D - D_m) = 0,012$ .
$\delta=0,5$ mm	Maydalangan zarra o'lchamlari $x=[0,12 \quad 0,325 \quad 0,75 \quad 1,1]$ ; Chastotalar $x=[0,01 \quad 0,02 \quad 0,15 \quad 0,82]$ ; Taqsimlanish funksiyasi $F=\sum P_i=[0,01 \quad 0,03 \quad 0,18 \quad 1]$ ;	1,022	0,0339	$P_m = 0,0052 \cdot \exp(4,5572 \cdot x)$ ; $F_m = 0,0061 \cdot \exp(4,6192 \cdot x)$ ; Taqsimlanish tig'izligi $\varphi_m = F_m^1 = 0,0282 \cdot \exp(4,6192 \cdot x)$ ;	0,9801	0,0408	$\max\{P - P_m\} = 0,038$ ; $\max\{F - F_m\} = 0,018$ ; $(\bar{x} - x_m) = 0,042$ ; $(D - D_m) = -0,007$ .

### 3.8 – jadval davomi

1	2	3	4	5	6	7	8
$\delta=1$ mm	<p>Maydalangan zarra o'lchamlari <math>x=[0,12 \quad 0,325 \quad 0,75 \quad 1,1 \quad 1,35 \quad 1,75 \quad 2,25 \quad 2,75]</math>;</p> <p>Chastotalar <math>R=[0,01 \quad 0,02 \quad 0,05 \quad 0,6 \quad 0,12 \quad 0,15 \quad 0,2 \quad 0,39]</math>;</p> <p>Taqsimlanish funksiyasi <math>F=\sum P_i=[0,01 \quad 0,03 \quad 0,08 \quad 0,14 \quad 0,26 \quad 0,41 \quad 0,61 \quad 1]</math>;</p>	2,05	0,5067	<p><math>P_m = 0,0138 \cdot \exp(1,2877 \cdot x)</math>;</p> <p><math>F_m = 0,074 \cdot x^{0,9856} \cdot \exp(0,5999 \cdot x)</math>;</p> <p>Taqsimlanish tig'izligi</p> <p><math>\varphi_m = F_m^1 = 0,0444 \cdot x^{-0,0144} \cdot \exp(0,5949 \cdot x)</math>;</p>	2,1081	0,5209	<p><math>\max\{P - P_m\} = 0,086</math>;</p> <p><math>\max\{F - F_m\} = -0,044</math>;</p> <p><math>(\bar{x} - x_m) = -0,058</math>;</p> <p><math>(D - D_m) = -0,0142</math>.</p>
$\delta=1,5$ mm	<p>Maydalangan zarra o'lchamlari <math>x=[1,1 \quad 1,35 \quad 1,75 \quad 2,25 \quad 2,75]</math>;</p> <p>Chastotalar <math>R=[0,04 \quad 0,06 \quad 0,1 \quad 0,3 \quad 0,5]</math>;</p> <p>Taqsimlanish funksiyasi <math>F=\sum P_i=[0,04 \quad 0,1 \quad 0,2 \quad 0,5 \quad 1]</math>;</p>	2,35	0,2415	<p><math>P_m = 0,007 \cdot \exp(1,5867 \cdot x)</math>;</p> <p><math>F_m = 0,0066 \cdot \exp(1,8811 \cdot x)</math>;</p> <p>Taqsimlanish tig'izligi</p> <p><math>\varphi_m = F_m^1 = 0,0124 \cdot \exp(1,8811 \cdot x)</math>;</p>	2,5537	0,2393	<p><math>\max\{P - P_m\} = 0,0514</math>;</p> <p><math>\max\{F - F_m\} = 0,064</math>;</p> <p><math>(\bar{x} - x_m) = -0,2</math>;</p> <p><math>(D - D_m) = 0,049</math>.</p>

### 3.8 – jadval davomi

1	2	3	4	5	6	7	8
$\delta=1,75$ mm	Maydalangan zarra o'lchamlari $x=[2,25 \quad 2,75$ $3,25]$ ; Chastotalar $R= [0,1 \quad 0,2$ $0,7]$ ; Taqsimlanish funksiyasi $F=\sum P_i=[0,1 \quad 0,3 \quad 1]$ ;	3,05	0,11	$P_m = 0,0011 \cdot \exp(1,9459 \cdot x)$ ; $F_m = 5,5253 \cdot 10^{-4} \cdot \exp(2,3026 \cdot x)$ ; Taqsimlanish tig'izligi $\varphi_m = F_m^1 = 1,2723 \cdot 10^{-3} \cdot \exp(2,3026 \cdot$	3,153	0,1337	$\max\{P - P_m\} = 0,086$ ; $\max\{F - F_m\} = 0,017$ ; $(\bar{x} - x_m) = -0,103$ ; $(D - D_m) = -0,024$ .
$\delta=2,25$ mm	Maydalangan zarra o'lchamlari $x=[2,25 \quad 2,75$ $3,25]$ ; Chastotalar $R= [0,05$ $0,15 \quad 0,8]$ ; Taqsimlanish funksiyasi $F=\sum P_i=[0,05$ $0,2 \quad 1]$ ;	3,12	0,0719	$P_m = 8,8722 \cdot 10^{-5} \cdot \exp(2,7726 \cdot x)$ ; $F_m = 5,6952 \cdot 10^{-5} \cdot \exp(2,9957 \cdot x)$ ; Taqsimlanish tig'izligi $\varphi_m = F_m^1 = 1,6881 \cdot 10^{-4} \cdot \exp(2,9957 \cdot$	3,113	0,0688	$\max\{P - P_m\} = 0,0863$ ; $\max\{F - F_m\} = 0,0366$ ; $(\bar{x} - x_m) = 0,007$ ; $(D - D_m) = 0,031$ .

### **Uchinchi bob bo'yicha xulosalar**

1. Don mahsulotlarini maydalash jarayoni ko'rsatkichlarining olingan modellari  $Q(\delta)$  va  $(Q, \delta)$  ijobiy qiymatlar soxasini,  $Q$  va  $\delta$  mumkin bo'lmagan qiymatlar soxasini, shuningdek shu turdagi maydalagichlarning ishchi kamerasini muxandislik hisob-kitoblarini bajarishni soddalashtiradi.

2. Tajriba mashinasida maydalangan donni seriyali bolg'achali madalagich bilan maydalangan don sifati tahlili solishtirilganda, maydalashning bir xildagi o'rtacha kattaliklarida zarrachalar o'lchamlarining taqsimlanish tig'izligi bolg'achali mashinalarda ancha (1,5-2 marta) past.

3. Eksperimental mashinada mayda qilib maydalanilganda unsimon fraksiya miqdori 3% dan ko'p emas, bolg'achali maydalagichda maydalashda changsimon fraksiya 10% dan oshishi mumkin, bu ozuqa uchun don mahsulotlarini maydalashga bo'lgan zootexnik talablarga (5 % dan oshmasligi kerak) to'g'ri kelmaydi.

## **IV. MAQBUL PARAMETRLI KO‘P QIRRALI ROTORLI DON MAYDALAGICHNI XO‘JALIK SHAROITIDA SINASH NATIJALARI VA UNING IQTISODIY KO‘RSATKICHLARI**

### **4.1-§. Maydalagichni ishga tayyorlash va xo‘jalik sharoitida sinash**

Ko‘p qirrali rotorli don maydalagich bug‘doy, arpa, makkajo‘xori va boshqa o‘simlik donlarini maydalash uchun mo‘ljallangan. Ko‘p qirrali rotorli don maydalagich 1,1 kW quvvatga, 380 V kuchlanish, 50 Hz chatotaga ega elektr tarmog‘iga ulanishga mo‘ljallangan.

Ko‘p qirrali rotorli don maydalagich (4.1 rasm) umumiy olganda rama 1 dan, shkiv 2 dan, to‘kish novi 3 dan, bunker 4 dan, maydalagich ishchi organi 5 dan, tasmani taranglatgich 6 dan, don maydalagichni ishga tushirgich 7 dan, tasmali uzatma 8 dan, shkiv 9 dan va elektrodvigatel 10 lardan tuzilgan.

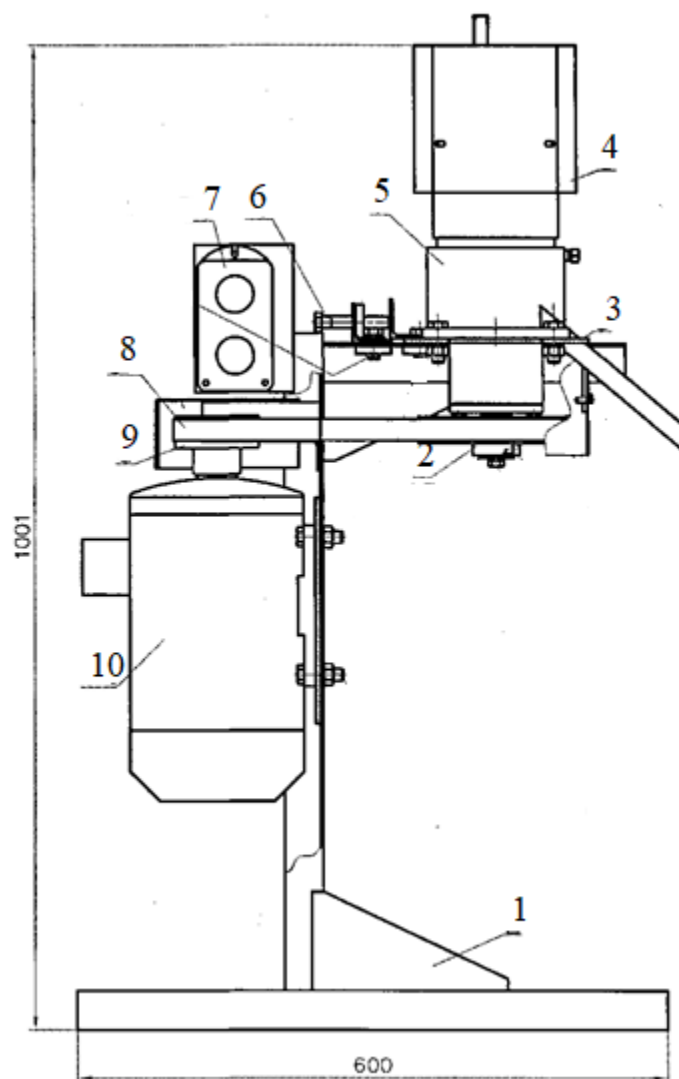
Rama mashinaning barcha tarkibiy qismlarini qotirish uchun mo‘ljallangan. Don maydalagichning ishchi qismi, ko‘p qirrali rotor va qo‘zg‘almas stator pazlarida don mahsulotlarini maydalash uchun xizmat qiladi. Maydalagich ishchi kamerasi don mahsulotlarini maydalash va maydalangan donni harakatlanishi uchun stator qiya konussimon pazlarga ega qo‘zg‘aluvchan rotor esa ko‘p qirrali vertikal joylashgan rotordan iborat. Ko‘p qirrali rotor podshipniklarga tayangan aylanuvchi valga o‘rnatilgan.

Ishchi qismga harakat shkivlar 2-9 orqali uzatiladi.

Bunker 4 maydalanadigan mahsulotlarni qabul qilib oladi va ishchi kameraga yo‘naltirib beradi. To‘kish novi maydalangan mahsulotni yig‘ish va to‘kish uchun mo‘ljallangan.

Elektr yuritma elektrodvigatel 10, magnitli ishga tushirgich 7, shkivlar 2-9, harakat uzatuvchi tasma 8 larni o‘z ichiga oladi.

Ishlash prinsipi. Don mahsulotlari harakati bunker 4 dan boshlanib, ta‘minot bo‘g‘izi orqali o‘tadi va markazdan qochma kuch ta‘sirida stator paziga kelib tushib, maydalanish qismiga o‘tadi. Maydalangan mahsulot ishchi kameradan chiqqach yuklash kurakchalari yordamida to‘kish noviga uzatiladi.



1-rama; 2-shkiv; 3- to‘kish novi; 4-bunker; 5-maydalagich ishchi organi; 6-tasmani taranglatgich; 7-don maydalagichni ishga tushirgich; 8-tasmali uzatma; 9-shkiv; 10- elektrodvigatel.

#### **4.1-rasm. Ko‘p qirrali rotorli don maydalagichning umumiy ko‘rinishi**

Don maydalagichni xo‘jalik sharoitida sinash uchun ishchi chizmalar asosida “BMKB AGROMASH” AJ da snot namunasi tayyorlandi. Maydalagich ishchi organlari rotor va stator ishchi yuzalari yeyilishi hisobga olinib, ularni qattiqligini oshirish uchun toblangan. Zavod sharoitida tayyorlash jarayonidan ko‘rinish 4.2-rasmda keltirilgan.

Maydalagichni zavod sharoitida sinash oldidan uni ishga tayorlash ishlari bajarildi. Don maydalagichning maydalash texnologik jarayonini bajarish qobiliyatini

tekshirish uchun zavod sharoitida sinab ko‘rildi [18; 19-b; 19; 100-101-b.]. Sinash ishlari faqat texnologik jarayonning bajarilishi va



**4.2-rasm. “BMKB AGROMASH” AJ da maydalagichni sanoat namunalarini tayyorlanish jarayoni**

qo‘yilgan talablarga javob berishi bilan chegaralandi. Sinash davrida maydalagich donlarni maydalash jarayonini talab darajasida bajara olishi, maydalangan don yormasi talablarga javob berishi kuzatildi. Don maydalagichni sinash davrida tiqilib qolish, to‘xtab qolish, sinash holatlari kuzatilmadi.

#### **4.1.1 Ko‘p qirrali rotorli don maydalagich mashinasi bilan xo‘jalik sinovlarini o‘tkazish uslubi**

##### **I. Xo‘jalik sinovlari o‘tkazish maqsadi**

1. Ko‘p qirrali rotorli don maydalagich har xil aylanishlar sonida va maydalanish modulida ish unumini aniqlash.
2. Ko‘p qirrali rotorli don maydalagich mashinasi har xil aylanishlar soni va maydalanish modulida solishtirma energiya sarfini aniqlash.
3. Maydalanish moduli, maydalangan ozuqa bo‘lakchalarining tarqalish zichligini, sifat ko‘rsatkichlarini aniqlash.



## **II. Kerakli materiallar.**

1. Ko'p qirrali rotorli don maydalagich mashinasi:

-doimiy tok manbali (G - D) yuritma elektr sxemasi, rostlagich, transformatorlar, o'chirgichlar, salt yurishda va ishchi yurishda tok va kuchlanishni o'lchash uchun voltmetr.

2. Maydalangan ozuqa bo'lakchalarini analiz qilgincha saqlash uchun nomerlangan syellofan paketlar, nomerlari ishchi daftardagi eksperiment nomerlariga to'g'ri kelishi kerak.

3. Bo'lakchalar o'rtacha o'lchamlarini aniqlash uchun elakli analizator.

4. Donlar namligini aniqlash uchun byukslari bilan mufel pechi.

5. Maydalagich ko'p qirrali rotorining aylanishlar sonini aniqlash uchun taxometr.

6. Olingan bo'lakchalar maydalanish vaqtini aniqlash uchun sekund strelkali soat.

7. Jadvallar chizilgan ishchi jurnal.

8. Don materiallari (makka, bug'doy, arpa va boshq.)

9. Ishchi stol va ish joyi ishlash uchun nixoyatda qo'lay bo'lishi kerak.

10. Eksperiment o'tkazuvchilar soni - 3 kishi.

## **III. Oldindan tayyorgarlik ishlari.**

1. Don materiallari holatini tekshirish (ichida begona jismlar bo'lmasligi kerak).

2. O'chirgich va LATR larni tekshirish, dvigatel avtomatik ravishda ishlab ketmasligi uchun, rotor va stator orasida kerakli oraliqni ta'minlash uchun maydalagichni shkividan qo'lda burab ko'rish.

3. Ko'p qirrali rotorli don maydalagich mashinasi rotorining aylanishlar sonini aniqlash bo'yicha dvigatel yakor zanjiridagi kuchlanishga nisbatan tarirovka o'tkazish (asosiy eksperimentlarda foydalanish uchun), buning uchun:

- G - D ni ishga qo'shish;

- generator va dvigatel (220V rostlagich orqali) stator o'ramlarida kuchlanishni qo'shing;

- LATR yordamida generator yakor zanjirida dvigatel harakatga kelguncha bir tekis kuchlanishni ko‘tarish (masalan 80 V gacha);

- taxometr bilan rotor aylanishlar sonini o‘lchash;

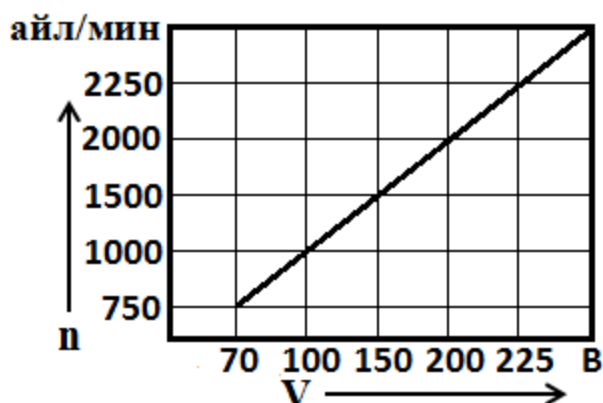
- maydalagichning kerakli aylanishlar soniga erishish uchun LATR bilan kuchlanishlar soni, kuchlanish va tokni 4.1 - jadvalga yozing.

Dvigatel yakor o‘ramidagi kuchlanish bo‘yicha salt yurishda rotorli don maydalagich mashinasi ko‘p qirrali rotori aylanishlar sonini tarirovka qilish natijalari keltirilgan.

4.1- jadval

Ko‘p qirrali rotor aylanishlar sonini tarirovka qilish

№	Aylanishlar soni, ayl/min (taxometr)	Kuchlanish V, V (volmetr 0-250 v)	Tok kuchi I,A (ampermetr 0- 15A)	Salt yurishda quvvat N, vatt (doimiy tokda $N=U \cdot I$ )
1	750	70	1,4	98
2	1000	100	1,5	150
3	1500	150	1,6	240
4	2000	200	1,6	320
5	2250	225	1,6	360



4.3-rasm. Laboratoriya qurilmasining salt yurishida tezlik tavsifi.

#### IV. Asosiy eksperimentlar

##### O'tkazish tartibi.

1. Eksperiment uchun don materialini tayyorlash.
2. Maydalangan don, un va kepek uchun paketlar tayyorlash.
3. Ishchi kameraga tushish tirqishini kerakli o'lchamga qo'yish.
4. Maydalangan bo'lakchalarni paketlarga solib keyingi ishlov berishlarga olib qo'yish.
5. Har bir eksperiment natijalari (3 - marta takrorlangan) ishchi daftarga yoziladi, ishlov beriladi (kerakli hisoblashlar bajariladi), so'ng jadvallarga to'ldiriladi.

##### Ishchi daftar mazmuni.

Sana "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 202\_\_ yil; eksperiment №\_\_ ;

Takrorlanishlar soni 3 marta;

Material makka doni, = \_\_\_\_\_ %.

Tirqish kengligi -  $\Delta$  = \_\_\_ mm.

Kuchlanish - U \_\_\_ V.

Aylanishlar chastotasi,  $n_{s\ yu}$  = \_\_\_\_\_ ayl/min.

$n_{iyu}$  = \_\_\_\_\_ ayl/min.

Salt yurish toki kattaligi,  $I_{cyu}$  = \_\_\_\_\_ A.

Maydalangan don massasi -  $G_{m. d}$  = \_\_\_\_\_ kg/soat.

Stasionar maydalanish jarayoni vaqti -  $t$  = \_\_\_\_\_, s.

##### Hisoblash

1. Ish unumi  $Q = \frac{G_{m.d}}{t} 3600 =$  \_\_\_\_\_ kg/s.

2. Umumiy quvvat  $N = U \cdot I_{iyu} =$  \_\_\_\_\_ Vatt.

3. Quvvat (salt yurish)  $N_{s\ yu} = U \cdot I_{cyu} =$  \_\_\_\_\_ Vatt.

4. Quvvat (ishchi yurish)  $N_m = N \cdot N_{syu} =$  \_\_\_\_\_ Vatt.

5. Maydalash uchun nisbiy energiya sarfi

$$A_{cro} = \frac{N_m}{Q} 3600 = \text{---} \text{ kVts /kg.}$$

#### **4.1.2 Xo‘jalik sharoitida sinash natijalari**

Mashinani laboratoriya sharoitida sinab ko‘rilgandan so‘ng uni xo‘jalik sharoitida sinab ko‘rish uchun Toshkent viloyati O‘rta Chirchiq tumani “Bo‘ston” chorvador fermer xo‘jaligi sharoitida 2018 yilning iyun-iyul oylarida sinovdan o‘tkazildi (4.4-rasm).

Sinov davrida mashina 1,5 tonna bug‘doy, 1,0 tonna arpa va 2,5 tonna makkajo‘xori donlarini maydalashda ishlatib sinab ko‘rildi. Sinov natijalari 4.2 va 4.3- jadvallarda keltirilgan.



**4.4-rasm. Xo‘jalik sharoitida sinash jarayoni ko‘rinishi.**

Sinash paytida mashinaning to‘xtovsiz buzilmasdan ishlash vaqti, maydalangan yormaning sifati, solishtirma energiya sarfi doimo nazorat qilib borildi. Bunda rotorli don maydalagichning ish unumi 80-100 kg/h atrofida o‘rnatib ishlatildi. Don materiallari namligi 15-17% atrofida bo‘ldi.

Don maydalagichda bug‘doy donini maydalash jarayonini tadqiq qilish natijalari (namligi W= 15...17 %)

№	Ishchi kameradagi tirqishning uzunligi, mm	Aylanish chastotasi, ay/min		Ish unimi, kg /s	Quvvat, Vt		Maydalanish uchun quvvatning nisbiy sarfi, Vt·s/kg	Maydalanish moduli, mm
		s-yu	i-yu		umumiy	maydalanishda		
1	0,25	750	685	9,2	28	26,1	2,9	0,9
2	0,5		700	10,7	92	32,6	3,2	0,9
3	1,0		740	28,6	93	32,6	3,2	1,1
4	1,5		740	38,2	93	29,3	2,5	1,1
5	2,0		750	52,8	91	32,3	1,9	1,5
(bug‘doy doni)								
1	0,25	1000	920	11,9	316	188	18,4	0,6
2	0,5		900	14,65	198	99,2	8,7	0,6
3	1,0		900	59,1	145	53,6	4,7	0,9
4	1,5		900	72,5	198	98,6	7,3	1,1
5	2,0		890	99,8	166	74,7	5,3	1,3
(bug‘doy doni)								
1	0,25	50	1490	21,7	195	72,9	5,4	0,6

2	0,5		1500	40,9	225	91,8	5,4	0,8
3	1,0		1500	70,6	227	93,6	5,2	1,0
4	1,5		1500	95,5	207	77,7	3,7	1,1
5	2,0		1500	123,0	184	60,0	2,5	1,3
(bug'doy doni)								
1	0,25	2000	2430	19,1	403	169	8,8	0,6
2	0,5		2420	20,3	294	86,4	4,5	0,6
3	1,0		2250	41,7	291	86,1	4,1	0,9
4	1,5		2250	62,2	291	86,1	4,1	1,2
5	2,0		2300	89,9	190	12,0	0,5	1,5

Don maydalagichda makkajo‘xori donini maydalash jarayonini tadqiq qilish natijalari (namligi W= 15...17 %)

№	Ishchi kameradagi tirqishning uzunligi, mm	Aylanish chastotasi, ay/min		Unumi, kg /s	Quvvat, Vt		Maydalanish uchun quvvatning nisbiy sarfi, Vt·ch/kg	Maydalanish moduli,mm
		s-yu	i-yu		umumiy	maydalanishda		
(makkajo‘xori doni)								
1	0,29	1500	1440	24,4	393	117	8,1	0,6
2	0,66		1445	38,2	275	122,1	6,2	0,9
3	0,85		1450	71,6	263	125,3	5,8	1,2
4	1,04		1460	103,4	186	88,9	3,6	1,5
5	1,22		1460	141,1	186	70	2,8	1,7
(makkajo‘xori doni)								
1	0,29	2000	1920	16,5	323	109	6,2	0,8
2	0,66		1930	30,1	289	84,4	4,2	1,1
3	0,85		1940	45,1	289	92,9	3,7	1,2
4	1,04		1940	76,5	258	61,0	2,3	1,4
5	1,22		1940	99,1	258	61,1	2,1	1,5

**1. Hisoblashlar va zavod hamda xo‘jalik sinovlari natijasida quyidagi parametr va rejimlar olindi:**

Ishchi kamera balandligi, mm	100
Ishchi kamera radiusi, mm	20
Rotor qirralari soni, dona	6
Stator pazlari soni, dona	6
Maydalanish moduli, mm	1,1 - 1,2
Rotorning aylanishlar soni, min <sup>-1</sup>	130 – 140
Bunker sig‘imi, l	5
Ish unumi, kg/soat	50

**4.2-§. Rotorli don maydalagichdan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi**

Iqtisodiy samara RD Uz 63.03-98 «Испытания селскохозяйственной техники. Методы расчёта экономической эффективности испытываемой селскохозяйственной техники» [17;127-131-b, 59-61-b, 92; 80-b, 93; 26-27-b, 93; 241-b.] va boshqa me‘yoriy xujjatlar asosida hisoblandi.

Bunda ishlab chiqilgan ko‘p qirrali rotorli don maydalagich DKR-0,3 maydalagich bilan taqqoslandi. 4.4-jadvalda ishlab chiqilgan rotorli don maydalagichning iqtisodiy samaradorligini aniqlash natijalari keltirilgan.

**4.4-jadval**

**Dastlabki ma‘lumotlar va texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari**

№	Ko‘rsatkichlar	Belgila-ni-shi	Ko‘rsatkichlar qiymati	
			Mavjud maydala-gich DKR-0,3	Taklif etilyotgan maydalagich



1	2	3	4	5
<b>A. Boshlang'ich ma'lumotlar</b>				
1.	Chakana narx, so'm	$S_{ot}$	3818181,8	1556363,6
2.	Massasi, kg	$G_m$	110	130±10
3.	Asosiy ish vaqtdagi ish unumi, t/h	$W_0$	0,2	0,1
4.	vaqtdan foydalanish koeffisiyenti			
	Cmenada	$K_{sm}$	0,75	0,75
	Ekspluatasion	$K_{ek}$	0,72	0,72
5.	Yillik yuklanish, h	$T_{yil}$	2040	2040
6.	Xizmat ko'rsatuvchi xodimlar soni, kishi	$L_j$	1	1
7.	Xizmat ko'rsatuvchi xodimning soatlik stavkasi, ming so'm/h	$\tau_j$	8	8
8.	Mukofot, ta'til va ijtimoiy sug'urta haqlarini inobatga oluvchi koeffisiyent	$K_k$	1,2	1,2
9.	Elektr energiya sarfi, kW h/t	$U$	15	11
10.	1 kW elektr energiyaning narxi, so'm	$S$	260	260
11.	Renovatsiya uchun ajratma koeffisiyenti	$a$	0,167	0,167
12.	Texnik xizmat ko'rsatish va ta'mirlash uchun ajratma koeffisiyenti	$Ch$	0,13	0,13
1	2	3	4	5
13.	Chakana narxni balans narxga o'tkazish koeffisiyenti	$K$	1,1	1,1

#### 4.4-jadval davomi

<b>B. Iqtisodiy ko'rsatkichlar hisobi</b>				
1.	Balans qiymati ming so'm	$N_b$		
	$N_b = K S_{ot}$		4200	1712
2.	Umumiy ish haqi, ming so'm/t	$C_m$		
	$S_m = (1/W_{sm}) L_j \tau_j K_k$		128	96

	1 soat vaqtdagi ish unumi, t/h			
3.	Smenadagi $W_{sm}=K_{sm}W_0$	$W_{sm}$	0,056	0,075
	Foydalanish vaqtdagi $W_{ek}=K_{ek}W_0$	$W_{ek}$	0,054	0,072
4.	Yillik xududiy yuklanish, t	$W_x$		
	$W_x=W_{ek}T_{yil}$		110,2	146,9
5.	Ryenovatsiya uchun xarajatlar, so'm/t	$A$		
	$A=(B \times a)/(T_{yil} \times W_{ek})$		6,4	1,9
6.	Kapital, joriy ta'mir va rejali texnik xizmat ko'rsatish xarajatlari, so'm/t	$R$		
	$R=(B \times Ch)/(T_{yil} \times W_{ek})$		3,7	2,02
7.	Elektr energiya sarfi, ming so'm /t	$G$		
	$G_e=U \times S$		10,4	5,72
8.	1 bir birlik bajarilgan ish uchun sarflangan xarajatlar, ming so'm/t	$I_{ud.m}$	146,55	
	$I_{ud}=S_m+A+R+G$	$I_{ud.ya}$		104,21
10.	Umumiy mehnat sarfi, kishi-h/t	$Z_m$	13,3	
	$Z_t=L_j/W_{ek}$	$Z_{ya}$		10

Taklif etilayotgan rotorli don maydalagichdan foydalanilgandagi yillik iqtisodiy samara

$$E_y=(I_{um.m}-I_{um.ya}) \cdot W_x=(146550-104210) \cdot 146,9=6219746 \text{ so'm}$$

Taklif etilayotgan ishchi qismdan foydalanilgandagi yillik mehnat sarfidan iqtisod

$$E_{y.m}=(Z_m-Z_{ya}) \cdot W_x=(13,3-10) \cdot 146,9=484,77 \text{ kishi-h.}$$

4.1-jadvaldagi ma'lumotlardan foydalanib olib borilgan texnik iqtisodiy hisoblarning ko'rsatishicha, taklif etilayotgan ko'p qirrali rotorli don maydalagichni qo'llab, don mahsulotlari maydalanganda mehnat sarfi bazaviy mashina bo'yicha 13,3 kishi h/t ni, yangi mashina bo'yicha esa 10 kishi h/t ni,

mehnat sarfi tejalishi 1,33 barobarni tashkil qiladi.

Elektr energiya sarfi bazaviy mashina 10,4 ming so'm/t ni, yangi mashina bo'yicha esa 5,2 ming so'm/t ni tashkil etgan bo'lib, jarayonning energiya sig'imi yangi don maydalash mashinasini qo'llash natijasida 1,81 barobarga kamayadi.

Yangi don maydalash mashinasini qo'llashdan olingan yillik iqtisodiy samaradorlik 6219746 so'm ni tashkil qiladi.

### **To'rtinchi bob bo'yicha xulosalar**

1. Xo'jalik sharoitida sinash nazariy va eksperimental tadqiqotlar natijalarini tasdiqlaydi.

2. Maqbul parametrlar va ishlash rejimlari asosida tayyorlangan va sinalgan maydalagichda maydalangan don yormalarining o'lchamlari bo'yicha taqsimlanish zichligi bolg'achali maydalagichlarga nisbatan ancha (1,5...2,0 marta) yuqori.

3. Tajriba maydalagichida donni maydalashda unsimon fraksiya chiqishi 3 % dan oshmaydi (bolg'achali don maydalagichlarda 10 % va undan yuqori) va bu zootexnik talablarga javob beradi.

4. Mashina o'zining ekspluatasion ko'rsatkichlari (ish unumi 120 kg/h dan – 150 kg/h gacha) bilan turli yo'nalishda faoliyat ko'rsatadigan fermer xo'jaliklari extiyojini qondiradi.

5. Mashinaning energetik ko'rsatkichlari, solishtirma energiya hajmdorligi 0,005 kWh/kg dan kichik, bu esa jaxon standarti talablariga javob keladi.

6. Don maydalagich ishlash davrida ishlashi ishonchli, buzilishlar va sinishlar kuzatilmadi.

7. Mehnat harajatlari bazaviy mashina bo'yicha 13,3 kishi-h/t ni, yangi mashina bo'yicha esa 10 kishi-h/t ni, mehnat harajatlari tejalishi 1,33 barobarni tashkil qiladi.

8. Elektr energiya sarfi bazaviy mashina 10,4 ming so'm/t ni, yangi mashina bo'yicha esa 5,2 ming so'm/t ni tashkil etgan bo'lib. Jarayonning energiya sig'imi yangi don maydalash mashinasini qo'llash natijasida 1,81 barobarga kamayadi.

9. Yangi don maydalash mashinasini qo'llashdan olingan yillik iqtisodiy samaradorlik 6219746 so'm ni tashkil qiladi.

## Umumiy xulosalar

1. Donli materiallarni maydalash mavjud ishchi organlarini tahlil qilish va kichik o'lchamli don maydalagichlarni tadqiq qilish solishtirma energiya sarfi kam va maydalangan don yormasi zootexnik talablarga javob beradigan ko'p qirrali rotorli don maydalagich konstruksiyasini yaratish imkonini berdi.

2. Rotor qirralari va stator pazlari oralig'iga donning kirishi, harakatlanishi va maydalanish jarayoni dinamikasi bo'yicha analitik bog'liklik ko'rinishida olingan modellar ko'p qirrali rotorli don maydalagich asosiy parametrlari va ishlash rejimlarini aniqlash imkonini beradi.

3. Ko'p qirrali rotorli maydalagich qurilmani eksperimental tadqiq etish donlarni rotor va stator oralig'ida maydalash texnologik jarayonini nazariy tadqiq etish natijalari 5-15% aniqlikda adekvatligini tasdiqladi.

4. Ko'p qirrali rotorli don maydalagichda ishchi kamera balandligi 100 mm, ishchi kamera radiusi 20 mm, rotor qirralari soni 6 dona, stator pazlari soni 6 dona, maydalanish moduli 1,1 - 1,2 mm, rotorning aylanishlar soni 130 – 140  $\text{min}^{-1}$  bo'lganda donlarni minimal energiya sarfi bilan sifatli maydalashga erishiladi.

5. Don maydalagichning maqbul parametr va ish rejimlari maydalangan don yormalari o'lchamlarining taqsimlanish zichligi bolg'achali maydalagichlarga nisbatan 1,5 – 2,0 marta yuqori bo'lishi, changsimon fraksiyalarning miqdori 3% dan oshmasligi va zootexnik talablarga to'liq javob berishini ta'minlaydi.

6. Yangi rotorli don maydalagichdan foydalanilganda mehnat sarfi 1,33 va jarayonning energiya sig'imi 1,81 martaga kamayadi. Olingan yillik iqtisodiy samara 6219746 so'm ni tashkil etadi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. faostat.fao.org.
2. <http://strategy.regulation.gov.uz/uz/document>
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947 –son “O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasi to‘g‘risida” gi Farmoni.
4. O‘zbekiston Respublikasi prezidentining 2022 yil 8 fevraldagi PQ - 120 - sonli "O‘zbekiston Respublikasida chorvachilik sohasi va uning tarmoqlarini rivojlantirish bo‘yicha 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan dasturni tasdiqlash to‘g‘risidagi” qarori.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 8 - fevraldagi PQ - 121 - sonli “Chorvachilikni yanada rivojlantirish va chorva ozuqa bazasini mustaxkallash chora-tadbirlari tug‘risidagi" qarori.
6. Augambayev M., Ivanov A.Z., Terexov Yu.I. Основы планирования научно-исследовательского эксперимента // – Tashkent: O‘qituvchi, 1993. –336 s.
7. GOST 20915-2011 Испытания селскохозяйственной техники. Методы определения условий испытаний// М.: Standartinform, 2013
8. O‘zDSt 1073-2016 Kombikorma – концентраты для крупного рогатого скота// FGNU "RosNIITiM"-2013
9. Ivanov V.V. Sovershenstvovaniye rejimov raboty diskovogo izmelchatelya kormovogo zerna / Dis. kand. tex. nauk/ Zernograd – 2014. -132s.
10. Сыроватка, V.I. Концепсия развития технологий и технических средств производства комбикормов в хозяйствах / V.I. Сыроватка, N.M. Морозов. - Подolsk: VNIIMJ, 1997. - 62 s.
11. Alijanov D.A., Saxarov V.V., Sirojiddinov A.S., Turayev Sh.T., Saidxodjayev S.A. Patent № IAP 03209 Rotorli maydalagich, 27.10. 2006y./
12. Alijanov D.A., Mamaraimov X., Abduraxmanov Sh.X. Chorvador fermerlar uchun don materiallarini maydalagich./“Suv va qishloq xo‘jaligining zamonaviy muammolari” mavzusidagi VI ilmiy-amaliy anjumanining maqolalar to‘plami. 18-19 may 2007yil, TIMI, Toshkent sh., 242-244 betlar.

13. Alijanov D.A., Sirojiddinov A.S. Saidxo‘jayev Turayev T. T. Osobnosti raboty izmelchitelya zerna maloy proizvoditelnosti s shestigrannym rotorom (makola) Materialy mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferensii «Agroinjenernaya nauka povыsheniyu effektivnosti APK»/Kniga 2. Almaty, Izdatelstvo «Agrouniversitet», 2003. S. 106-108

14. Alijanov D.A., Sirojiddinov A. Shokirxujayev F. Mashina dlya stupenchatoy obrabotki zernovykh materialov (makola) Jurnal: Uzbekiston Agrar fani xabarnomasi. Toshkent, №2 (16), 2004 y. 83-87 betlarda

15. Alijanov D.A., Turayev Sh.T. Saidxonov S. Izmelchitel zerna maloy proizvoditelnosti s shestigrannym rotorom(makola) Mexikaning zamonaviy muammolari va kelajagi mavzusidagi xalqaro ilmiy-texnik konferensiya materiallari. Toshkent, 2006y. 526-527 betlar.

16. Alijanov D.A., Duskulov A.A. Turayev T.T. Ozuqabop o‘simliklar poyalarini maydalash mashinalarini yaratish istiqbollari(makola). Agroinjeneriyada ta’lim, Fan va ishlab chiqarish integratsiyasi, 7-sentyabr 2007 yil, Toshkent, 161-165 betlar.

17. Alijanov D.A., Abduraxmanov Sh.X. O razrushenii zerna v rabochey kamere drobilki (makola) Materialy mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferensii «Problemy innovatsionnogo i konkurentnosposobnogo razvitiya agroinjenernoy nauki na sovremennom etape» /Sbornik nauchnykh trudov, 17-18 aprelya 2008g., 2 chast, Almaty-2008, str.132-136.

18. Alijanov D.A., Turayev Sh.T. K voprosu o peremeshcheniy zerna v rabochey kamere drobilki (makola) Materialy mejdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferensii «Problemy innovatsionnogo i konkurentnosposobnogo razvitiya agroinjenernoy nauki na sovremennom etape» /Sbornik nauchnykh trudov, 17-18 aprelya 2008g., 1 chast, Almaty-2008, str.175-178.

19. Alijanov D.A., Namazov J. K opredeleniyu nekotorykh parametrov shnekovogo izmelchitelya (makola) Jurnal «Agro ilm» 2 (6) son, 2008, str.44-45.

20. D.A.Alijanov, Sh.X., Abduroxmonov., N.T.Umirov, E.G‘aniboyeva, R.Xudoyqulov, A.Bozorboyev, About the Destruction of Grain in the Working

Chamber of the Crusher. // International Journal of Innovative Technology and Exploring Engineering (IJITEE) ISSN: 2278-3075, Volume-9 Issue-1S, November 2019. 436-438 st.

21. D. Alijanov, Sh. Abduroxmonov, N. Umirov Models of the quality of grinding the grain of an experimental crusher. Myejdunarodnoy konferensii International Scientific Conference "Construction Mechanics, Hydraulics and Water Resources Engineering" (CONMECHYDRO - 2020).

22. Butkovskiy, V.A. Texnologiya mukomolnogo i kombikormogo proizvodstva (s osnovami ekologii) / V A. Butkovskiy, Ye.M. Melnikov. M.: Agropromizdat, 1989. — 464 s.

23. Орғышко V.M. Sravnitel'naya osenka kachestva produkta pri izmelchenii v molotkovoy drobilke i udarnosentrobejnom izmelchitele / V.M. Орғышко, V.V. Trufanov, S.I. Шyedrin, V.V. Lyapin. Prirodopolzovaniye: resursy, texnicheskoye obespecheniye// Mejvuzovsk. sbornik nauch. trud. – Выр. 3. – Voronej, 2007. – s. 267-269.

24. Jirnov Ye.N. Sovremennyye izmelchayushchiye apparaty// VKN. Fizika-ximicheskiye issledovaniya aktivizirovannykh mineralnykh veshchestv. IGI GSO AN SSSR, 1975. s. 3-12. – Kolos. – 1981. 256 s.

25. Sergeyeв N.S. Syentrobejno – rotoрныe izmelchiteli furajного zerna. / Dissertatsiya dok. tyex. nauk. / Chelyabinsk, 2008.-167s.

26. Butkovskiy V.A. Texnologiya mukomolnogo, krupenogo i kombikormovogo proizvodstva // M.: – 1981. 256 s.

27. Syenovskiy V.M., Ptushkina G.Ye. Texnologicheskoye oborudovaniye zernoprerabativayushchix predpriyatiy // M.: – Kolos. – 1976. 326 s.

28. Fomin V.V. snijeniye energoyomkosti i povыsheniye odnorodnosti izmelcheniya zerna v malogabaritnom syentrobejno-rotornom izmelchitele: /diss. kand. texn. nauk/. -Novosibirsk. –2010. 140 s.

29. Sovremennyye sredstva razmola zerna. Spravochnik. Zotyev A.I., Aronov A.G., Petruxin A.P., Сыпلاكov A.S. M.: Kolos. – 1982. 126.



30. Arenkov A.B. Obrabotki elektrofizicheskix metodov obrabotki materialov. // L.: – Mashinostroyeniye. – 1967. -148 s.
31. Gruzdev I.E., Mirzayev R.G., Yankov V.I. Teoriya shnekovыx ustroystv // L.: – Izdatelstvo Leningradskogo universiteta. – 1978.144 s.
32. Koba V.G. i dr. Mexanizatsiya i texnologiya proizvodstva produkcii животноводства (Uchebnik) // M.: – Kolos, – 1999. -540 s.
33. Aleshkin V.R., Роштин P.M. Mexanizatsiya животноводства // M.: – Agro-promizdat, –1985.
34. Melnikov, C.B. Mexanizatsiya i avtomatizatsiya животноводческих ферм / C.B. Melnikov. - M. : Kolos, 1978. - 560 s.  
Melnikov C.B. Mexanizatsiya животноводческих ферм // C.B. Melnikov i dr. - M. : – Kolos, – 1969. - 440 s.
35. Kiparisov S.S. i dr. Sposob polucheniya poroshka iz metallicheskoj strujki // A.S. SSSR № 1364970. Publ. 87.05.24., №26 . MKI<sup>4</sup> V02S 7/12, V22F 9/04.
36. Zavrajnov A.I. Mexanizatsii prigotovleniya i xraneniya kormov. M.:Agropromizdat, 1990.-336s.
37. Izmelchayushcheye prispособleniye dlya melnisы. YePP. Zayavka № 02278779. Publ. 87107.08. № 28. . MKI<sup>4</sup> V02S 7/12, 7/14. UDK 621.926.
38. Izmelchayushchiy mexanizm melnisы. Patent № R 3629539. Publ. 87.07.30. № 3. . MKI<sup>4</sup> V02S 7/08, 7/13. A470 42/12.
39. Kustov P.F. A.S. SSSR № 1357066. Publ. 87.12.07, № 45, . MKI<sup>4</sup> V02S 7/08. UDK 621.926.3.
40. [http://www.vibrotechnik.spb.ru/prod\\_m.htm](http://www.vibrotechnik.spb.ru/prod_m.htm)
41. [www.rambler.ru](http://www.rambler.ru)
42. Ustroystvo izmelcheniya chastis materiala v suspenszii. YePV. Zayavka № 2590806. Publ. 87.06.05. № 23. MKI<sup>4</sup> V02S 7/02, UDK 621.926.
43. Ustroystvo razmelcheniye. Mejdunarodnaya zayavka № 87/02912. Publ. 87.05.21. № 11. MKI<sup>4</sup> V02S 23/18,23/20, 23/24, 23/26. UDK 621.926.

44. Сымбalyuk L.M., Shaxidze V.I. Diskovaya melnisa // A.S. SSSR № 1366204. Publ. 88.02.15. № 02 MKI<sup>4</sup> V02S7/18, UDK 621.926.8.
45. Diskovaya melnisa dlya obrabotki voloknistogo materiala. YePV. Zayavka №0256972. Publ. 88.02.04. №5. MKI<sup>4</sup> V02S 7/12. UDK 621.926.32.
46. Ustroystvo dlya izmelcheniya zeren. Patent SSHA № 4667888. Publ. 87.05.27. t.1078, № 4. MKI<sup>4</sup> V02S 7/12. NKI 241-76. UDK 621.926.7.
47. Ustroystvo dlya izmelcheniya metallicheskoj strujki. A.S. SSSR № 1183171. Publ. V B. I. № 37. 1985. MKI<sup>4</sup> V02S 7/10, 7/14.
48. Bochkarev S.N., Pashkov V.N., Yakovlev V.I. Ustroystvo dlya izmelcheniya metallicheskih otxodov // A.S. SSSR – № 1369097, Publ. 88.01.30, № 04. MKI<sup>4</sup>V02S 7/08, 19/06. UDK 621.666.3.022.29.
49. Bochkarev S.N., Yakovlev V.I. Diskovaya melnisa // A.S. SSSR – № 1349777. Publ. 87.11.07., № 41 MKI<sup>4</sup>V02S 7/06, 7/18. UDK 621.926.3.
50. Agafonov Yu.V., Knyazov V.V., Dismembrator // A.S. SSSR – № 1395357. Publ. 88.05.15, № 18, MKI<sup>4</sup> V02S 13/22.UDK 621.926.4
51. Denisov G.A. i dr. Konusnaya inersionnaya drobilka // A.S. SSSR – № 1165459. Publ. B.I. №25, 1985, MKI<sup>4</sup> V02S 2/02.
52. Kukta G.M. Texnologiya pererabotki i prigotovleniya kormov // M.: – Kolos. – 1972. 200 s.
53. Ustroystvo dlya nepreryvnogo dispergirovaniya i tonkogo izmelcheniya tverдых materialov. YePV. Zayavka № 5343100. Publ. 87.06.11. № 24. MKI<sup>4</sup> V02S 23/02, 23/36, 23/38, 17/16, 19/18, V01J 3/12,3/10, 7/08. UDK 621.926.3.
54. Yurkov S.G. i dr. Ustroystvo dlya izmelcheniye pishевых produktov. // A.S. SSSR № 1386298. Publ. 88.04.07. №13, MKI<sup>4</sup> V02S 18/30 UDK 621.926.7.
55. Yurov N.S. Ustroystvo dlya izmelcheniye materialov // A.S. SSSR № 1346214. Publ. 87.0.23. №39 ISM. MKI<sup>4</sup> V02S 23/08. UDK 621.926.9.
56. Vinogradov V.I. i dr. Ustanovka dlya izmelcheniya gryni otverдыmi vklucheniyaми // A.S.SSSR № 135166. Publ. 87.11.15., № 42MKI<sup>4</sup>V02S 19/16. UDK.926.4.

57. Drobilka bashennogo tipa. Zayavka №62-50187. Publ. 87.10.23., № 2-1255. MKI<sup>4</sup> V02S 17/16.UDK 621.926.
58. Babybikin V.I., Kuznesov R.D. Ustroystvo dlya izmelcheniya materialov. // A.S. SSSR № 1386300. Publ. 88.04.07., № 13, MKI<sup>4</sup> V02S 18/44, UDK 621.926.7.
59. Polnikov A.P. i dr. Ustroystvo dlya izmelcheniya metallicheskoj strujki // A.S. SSSR № 1250324. Publ. 84.10.09. MKI<sup>4</sup> V02S 18/06, UDK 666.3. 022.29.
60. Ansiferov V.I. Bobrov G.V., Drujenin L.K. i dr. Poroshkovaya metallurgiya i narыlennыe pokрыtiya // M.: Metallurgiya. - 1987. 792 s.
61. Balabekov M.T., Saliyev Sh.A. i dr. Vliyaniye rejimov izmelcheniye na proizvoditelnost polucheniya poroshka i yego dispernost // V sb. Nauchnyx trudov Tashkentskogo MIPK– Tashkent. – 1991. 33-36 s.
62. Balabekov M.T., Saliyev Sh.A. i dr. Ustroystvo dlya izmelcheniya tvuyordыx materialov // Zayavka № 4842341/33-054734. Prioritet ot 05.05.90. MKI<sup>4</sup> V22F 9/04.
63. Berenov Ya.I. Drobilki, melnisa, pitateli. // M.: – Mashgiz. – 1948. 297 s.
64. Berenov Ya.I., Lobanov A.V. Girasionnaya drobilka // A.S. SSSR № 93125. Publ. 1951.№ 12. – Kolos. 50 s. 2/01.
65. Varsanafыyev V.D. Выbrasionnaya melnisa. A.S.SSSR № 1165464. Publ. v B. I. №25, 1985 MKI<sup>4</sup> V02S 19/16. UDK 621.926.9.
66. Vertikalnaya vibrasionnaya melnisa. Dnepropetrovskiy gornыy institut. Dnepropetrovsk. Obyanografizdat. – 1989. 2 s.
67. Vibrasionныe shekovыe drobilki. Liщenzintorg SSSR. Moskva. –1987. 4 s.
68. Muземnyuk Yu.A. i dr. Konusныe drobilki // M.: – Mashinostroyeniye. – 1970. 231 s.
69. Potoskayev G.G. i dr. Melnisa granulyator // A.S. SSSR № 1186241. Publ. v B.I. № 39. 1985. MKI<sup>4</sup> V02J 2/20, V02S 17/06, 17/18 UDK 621.926.9.

70. Revnivsev V.I., Girshov V.L., Finkelshteyn G.A., Ivanov N.A., Zarogatskiy A.P., Laubgan V.R. Izmelcheniye metallicheskih poroshkov i strushki // "Poroshkovaya metallurgiya". – №7. –1984. 34-35 s.

71. Butkovskiy V.A. Mukomolnoye proizvodstva // M.: – Kolos. – 1976. 224 s.

72. Denisov V.A. Issledovaniye prosessa izmelcheniya furajного zerna vysokoskorostnoy syentrobejnoy drobilke i obosnovaniye rejimov yeyo raboty. /Diss. kand.tex. nauk / -M., 1979. -215 s.

73. Malayev M.D. Obosnovaniye osnovnykh technologicheskikh parametrov inersionno-udarnoy drobilki furajного zerna. /Diss. kand.tex. nauk/ Chelyabinsk, 1988. -207s.

74. Zolotaryov S.V. Mexaniko-technologicheskiye osnovy sozdaniya udarno-syentrobejnykh izmelchiteley furajного zerna: / Avtororef. diss. dok. tex. Nauk / -Barnaul, 2020. -49s.

75. Zolotaryov S.V. Obosnovaniye osnovnykh parametrov rabochnykh organov udarno-syentrobejnoy drobilki furajного zernayu. / Diss. kand. tex. Nauk / - Chelyabinsk, 1985. -221 s.

76. Leontyev P.I., Zolotaryov S.V. K voprosu izmelchenii zerna // Mukomolnoelivatornaya i kombikormovaya promyshlennost, 1984. - №7. -S-50.

77. Ivanov V.V. Sovershenstvovaniye rejimov raboty diskovogo izmelchitelya kormovogo zerna / Dissertatsiya kand. tex. nauk/ Zernograd – 2014. -132s.

78. Smyshlyayev A.A. Sovershenstvovaniye rabocheho prosessa syentrobejного izmelchitelya furajного zerna /Avtoref. dis kand. texn. nauk/ Altayskiy gosudarstvennyy texnicheskiy universitet im. Polzunova. – Barnaul, - 2002g. – 23 s.

79. Lyapin V.V. Sovershenstvovaniye rabocheho prosessa udarnosentrobejного izmelchitelya /Avtoref. dis kand. texn. nauk/ Voronejskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitet im. K.D. Glinki. – Voronej, - 2009. – 18s.

80. Yeliseyev V.A., Tarasenko A.M. O roli sita v prosesse izmelcheniya kormov molotkovoy drobilki //Tr./ Saratov. IMSX,1970,-S.9-13.
81. Rebinder P.A. Izbrannyye trudy. Poverxnostnyye yavleniya v dispersnykh sistemakh fiziko- ximicheskoy mexaniki. M.: –Nauka. –1979. 341 s.
82. Rebinder P.A., Mixtman V.I., Щukin Ye.D. Fizika-ximicheskaya mexanika // AN. SSSR. M.: –1962. 280 s.
83. Smirnov I.I. Mashiny dlya jivotnovodcheskix – ferm teoriya, konstruksiya, raschet / I.I. Smirnov. – M.: MASHGIZ, 1959, – 359 s.
84. Ziganshin B.G. Povysheniye effektivnosti texnicheskix sredstv prigotovleniya kormov v jivotnovodstve na osnove rasshireniya texnologicheskix vozmojnostey izmelchiteley. / Diss. dok. tex. Nauk/ Kazan,-2004.-210 s.
85. Aleshkin, V.R. Povysheniye effektivnosti prosessa i texnicheskix sredstv mexanizatsii izmelcheniya kormov: avtoref. diss. ... dokt.texn.nauk / V.R.Aleshkin. - S-Peterburg: Pushkin, 1995. - 38 s.
86. Melnikov C.B. Mexanizatsiya jivotnovodcheskix ferm // C.B. Melnikov i dr. - M. : – Kolos, – 1969. - 440 s.
87. Rustamova I.B., Qishloq xo‘jaligida texnika va texnologiyalarni iqtisodiy baholash bo‘yicha tavsiyalar. / TDAU Tahririyat-nashriyot bo‘limi. Toshkent.-2016 y.-80 b.
88. V. I. Dragaysev, N. M. Morozov, K. I. Alekseyev i dr. Metodika ekonomicheskoy osenki texnologiy i mashin v selskom xozyaystve/ [M.: VNIIESX, 2009. – S. 25-26
89. Dyakonov V.P., Spravochnik po primeneniyu sistema RS «MatLAB». M.: “Nauka”. – 1993 g.
90. Alijonov D.A., Aldabergenov M.K. Osenivaniye parametrov modeley po eksperimentalnym dannym / Vestnik selskoxozyaystvennoy nauki Kazaxstana. Almaty. 2008 g. № 10.
91. Malaxovsev V.P. Syentrobejnaya mashina izmelcheniya zerna / V.P. Malaxovsev // Pishcheyaya texnologiya. Izvestiya vysshix uchebnykh zavedeniy. - 1962. -№1.- S. 15-18.

92. Sergeyev N.S. Povysheniye effektivnosti prosessa izmelcheniya furajного zerna v syentrobejno-rotornom izmyelchitele tipa «ILS» / N.S. Sergeyev // Системы ведения агпромышленного производства (вопросы теории и практики) : Sb. nauch. tr. Rosselxozakademii nauk. - M. : AgriPress, 1999. - S. 246-250.

93. Ayzikovich L.Ye., Rojdestvenskiy V.A. Oпыt sovershenstvovaniya i intensivifikatsii sortovykh pomolov RJI // M.: – SNIITEI MinZAGA SSSR. 1975.-241 s.

## MUNDARIJA

<b>KIRISH</b> .....		5
<b>I-BOB. DON MATERIALLARINI MAYDALASH QURILMALARINING KONSTRUKSIYALARI VA RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI</b> .....		7
1.1-§.	Don materiallarini maydalash jihozlari konstruksiyalari sharhi va tahlili.....	7
1.2-§.	Don materiallarini maydalash uchun mavjud kichik gabaritli qurilmalarning sharhi va tahlili.....	13
1.3-§.	Tadqiqotning maqsadi va asosiy vazifalari .....	22
Birinci bob bo'yicha xulosalar.....		23
<b>II-BOB. KO'P QIRRALI ROTORLI DON MAYDALAGICHNING ISHLASH JARAYONI, ASOSIY PARAMETRLARINI NAZARIY TADQIQ ETISH</b> .....		25
2.1-§	Tadqiqot ob'yektini tanlash.....	25
2.2-§	Ko'p qirrali rotorli don maydalagichda maydalash jarayonini tahlil qilish.....	26
2.3-§	Ko'p qirrali rotorli don maydalagich parametrlarini asoslash	31
2.4-§	Ko'p qirrali rotorli don maydalagichda maydalangan material kattaligiga baho berish.....	35
2.5-§	Don maydalagich rotor qirrasi bilan deformatsiyalanish.....	38
Ikkinchi bob bo'yicha xulosalar.....		41
<b>III-BOB. ROTORLI DON MAYDALAGICHNI LABORATORIYA SHAROITIDA EKSPERIMENTAL TADQIQ ETISH</b>		43
3.1-§.	Eksperimental tadqiqotlar.....	43
3.1.1	Eksperimental qurilma.....	44
3.1.2	Birlamchi sinovlar.....	51

3.1.3	Maydalagich ishchi kamerasining ish unumi va energiya sig'imini tadqiq ilish.....	53
3.1.4.	Donli materiallar yormasining sifat ko'rsatkichlarini tadqiq etish.....	72
Uchinchi bob bo'yicha xulosalar.....		85
<b>IV-BOB. IV. MAQBUL PARAMETRLI ROTORLI DON MAYDALAGICHNI XO'JALIK SHAROITIDA SINASH NATIJALARI VA UNING IQTISODIY KO'RSATKICHLARI .....</b>		86
4.1-§.	Maydalagichni ishga tayyorlash va xo'jalik sharoitida sinash	86
4.1.1.	Rotorli don maydalagich mashinasi bilan xo'jalik sinovlarini o'tkazish uslubi.....	88
4.1.2	Xo'jalik sharoitida sinash natijalari.....	92
4.2-§.	Rotorli don maydalagichdan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi.....	96
To'rtinchi bob bo'yicha xulosalar.....		99
<b>UMUMIY XULOSALAR.....</b>		101
<b>FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI.....</b>		102



D. ALIJANOV

**KO'P QIRRALI ROTORLI DON MAYDALAGICHNING ILMIY-  
TEXNOLOGIK ASOSLARI**

*/monografiya/*

Muharrir:

M. Mustafayeva

---

Bosishga ruxsat etildi: “ ” 2023y. Qog‘oz o‘lchami 60x84-1/16,

Hajmi: 7,0 b.t. 10 nusha. Buyurtma № \_\_\_\_\_

“TIQXMMI” MTU bosmaxonasida chop etildi.

Toshkent 100000, Qori-Niyoziy ko‘chasi 39 uy.