

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA
O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
NAMANGAN MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA
INSTITUTI

Muhandislik-texnologiya fakulteti

«Fizika» kafedrası

Himoyaga ruxsat etildi

Fakultet dekani

_____ dots.K.J.Matkarimov.

«___»_____2017 yil.

5311000-“Texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va
boshqarish” ta’lim yo’nalishi 16au-13 guruhi talabasi

SULTONOV IQBOL TO`LANBOY O`G`Lining
“PAXTNI QAYTA ISHLASHDA JINLASH JARAYONINI RAQAMLI
AVTOMATIK BOSHQARISHINI TADQIQ QILISH” mavzusidagi

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Bitiruvchi Sultonov Iqbol To`lanboy o`g`li

(imzo)

BMI rahbari Xalmatov Davronbek Abdialimovich

(imzo)

Kafedra mudiri prof. Usmanov Pazlitdin Nuritdinovich

(imzo)

Namangan 2017 y.

MUNDARIJA.

KIRISH.....	2
I BOB. PAXTAGA DASTLABKI ISHLOV BERISH TEXNOLOGIK JARAYONLARI VA JINLASH JARAYONI XUSUSIYATLARI.	6
1.1. Paxtani dastlabki ishlash texnologik jarayonlari.....	6
1.2. Paxta xom-ashyosini jinlash jarayoni xususiyatlari	13
1.3. Jinlash texnologik jarayonida ta`minlagichning mavjud xozirgi kundagi holati va jahon tajribasida tutgan o`rni.....	18
II BOB JINLASH JARAYONINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH.	23
2.1. Jinlash agregatining energetik holati va uning matematik ifodasi.....	23
2.2 Jin agregatida paxta chigiti harakati va unga ta`sir etuvchi omillarni modellashtirish	27
III BOB. TEXNOLOGIK JARAYONLARNI RAQAMLI AVTOMATIK BOSHQARISHNING TAHLILI.	34
3.1. Raqamli boshqarish tizimining xususiyatlari	34
3.2. Analog signallarni diskretlash.....	38
3.3. Raqamli rostlagichlar va algoritmlar.....	44
IV MEHNAT MUXOFAZASI	59
V IQTISODIY QISM.....	63
XULOSA.....	69
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:	70

KIRISH

O'zbekiston – ulkan imkoniyatlar mamlakati. Bu zaminda tabiiy boyliklar, unumdor yer, qudratli iqtisodiy va ilmiy-texnikaviy, insoniy va ma'naviy salohiyat mavjud. O'zbekiston Respublikasi Prezidenti Islom Karimov rahnamoligida ishlab chiqilgan taraqqiyotning "O'zbek modeli" asosida iqtisodiyotda tarkibiy o'zgartirishlarni chuqurlashtirish maqsadida ishlab chiqarish korxonalari modernizasiya qilinib, raqobat kuchayib borayotgan bozor talablaridan kelib chiqqan holda, texnik va texnologik yangilanishlar amalga oshirilmoqda. Ayni chog'da tadbirkorlar, ishbilarmonlar hamda xorijlik sarmoyadorlarga ko'plab imtiyozlar, yengilliklar va preferensiyalar berilmoqdaki, bu ko'zlangan marralarni birin-ketin zabt etish, eng muhimi, inqiroz sharoitida ham barqaror yuksalishga zamin bo'layapti [1].

Prezidentimiz Islom Karimovning 2014 yilda mamlakatimizni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari hamda, 2015 yilga mo'ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo'nalishlariga bag'ishlangan Vazirlar Maxkamasining majlisidagi ma'ruzasida quyidagi xulosani takidlab berganlar: Davlatimiz rahbarining nutqida davom etayotgan global moliyaviy-iqtisodiy inqirozning salbiy ta'siriga, jahon iqtisodiyotining o'sish sur'atlari sekinlashganligiga hamda jahonning ko'plab mamlakatlarida stagnasiya va resessiya jarayonlari chuqurlashganligiga qaramay, O'zbekistonda 2014-yilgi iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor vazifalari aniq maqsadni ko'zlab va tizimli amalga oshirilishi natijasida iqtisodiyotni va uning yetakchi tarmoqlarini rivojlantirishning barqaror yuqori sur'atlariga erishilganligi qayd etildi.

2014-yil yakunlari bo'yicha mamlakatning yalpi ichki mahsuloti 8,1 foizga, sanoat mahsuloti ishlab chiqarish hajmi - 8,3 foizga, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishi hajmi - 6,9 foizga, kapital qurilish hajmi -foizga, chakana tovar aylanmasi hajmi - 14,3 foizga o'sdi. Ishlab chiqarilgan mahsulotlarning qariyb 70 foizini yuqori qo'shilgan qiymatli tayyor tovarlar tashkil etdi.

Inflasiya darajasi 6,1 foizni tashkil etdi, bu prognozdagidan ancha pastdir. Davlat byudjeti, soliq yuki 20,5 foizdan 20,0 foizgacha kamaygani va foydadan

olinadigan soliq stavkasi 9 foizdan 8 foizgacha pasaygani holda, yalpi ichki mahsulotga nisbatan 0,2 foiz profisit bilan ijro etildi.

Bank tizimini qayta isloh qilish va mustahkamlash 2014-yilda Markaziy bankning qayta moliyalashtirish stavkasini 12 foizdan 10 foizgacha pasaytirish va tijorat banklarining kreditlari bo'yicha foiz stavkasini tegishli kamaytirish uchun zarur shart-sharoitlar yaratdi. Oxirgi yillar davomida yetakchi xalqaro reyting agentliklari O'zbekistonning bank tizimi faoliyatini "barqaror" deb baholamoqda. Ishlab chiqarish, ijtimoiy, yo'l-transport va kommunikasiya infratuzilmasini ko'lamli modernizasiya qilish, texnik va texnologik jihatdan yangilash bo'yicha chuqur o'ylangan faol investisiya siyosati amalga oshirilishi natijasida iqtisodiyotga investisiya qo'yish hajmi 10,9 foizga o'sdi va ekvivalentda 14,6 milliard AQSh dollarini tashkil etdi. Bunda barcha kapital qo'yilmalarining 21,2 foizidan ortig'ini xorijiy investisiyalar va kreditlar tashkil etdi, ularning to'rtidan uch qismi to'g'ridan-to'g'ri xorijiy investisiyalardir. Barcha investisiyalarning 73 foizidan ortig'i ishlab chiqarish qurilishiga yo'naltirildi. Iqtisodiyotning yetakchi tarmoqlarida zamonaviy yuqori texnologik asbob-uskunalar bilan jihozlangan umumiy qiymati 4,2 milliard dollarlik 154 ta yirik ob'ekt foydalanishga topshirildi.

Mamlakatimizning mahsulotlarni eksport qiluvchi ishlab chiqaruvchilarini qo'llab-quvvatlash va rag'batlantirish, ularning mahsulotlari raqobatbardoshligini oshirish va yangi bozorlarni o'zlashtirish chora-tadbirlarini amalga oshirish davom ettirildi. Natijada tashqi savdo balansi 180 million AQSh dollari miqdoridagi ijobiy saldo bilan belgilandi, oltin-valyuta zaxiralari 1,6 milliard AQSh dollariga o'sdi.

Ishbilarmonlik muhitini yaxshilash hamda kichik biznes va xususiy tadbirkorlikni rivojlantirish uchun yanada qulay shart-sharoitlar yaratish, shu jumladan, biznesni tashkil etishda "bir darcha" tamoyilini joriy etish, kichik biznes sub'ektlari tomonidan statistika va soliq hisobotlari taqdim etilishi mexanizmini soddalashtirish, xususiy tadbirkorlarning xom-ashyo resurslaridan foydalanishini ancha kengaytirish bo'yicha tizimli chora-tadbirlar amalga oshirildi. Natijada yalpi ichki mahsulotda kichik biznesning ulushi 2000-yildan boshlanadigan davrda 31 foizdan 56 foizgacha, sanoat mahsuloti ishlab chiqarishda esa 12,9 foizdan 31,1

foizgacha o'sdi. Yalpi ichki mahsulot tarkibida xizmatlar ulushi 53 foizdan 54 foizgacha ko'paydi. Yuqori texnologik xizmatlar jumlasida aloqa va axborotlashtirish xizmatlari eng jadal rivojlanmoqda, bunday xizmatlar oxirgi besh yilda 3,3 baravar, o'tgan yilda esa 24,5 foizga o'sdi.

Iqtisodiyotning tadrijiy va mutanosib rivojlanishi aholi hayoti darajasi va sifati izchil oshishi uchun mustahkam negiz yaratdi. Byudjet tashkilotlari xodimlarining ish haqi, pensiya va stipendiyalar o'tgan yili 23,2 foizga o'sdi. Aholi jon boshiga real daromadlar 10,2 foizga ko'paydi. 2014-yilda qariyb 1 million ish o'rinlari tashkil etildi, ulardan 60 foizi qishloq joylardadir, ta'lim muassasalarining 600 mingdan ortiq bitiruvchilari ishga joylashtirildi.

Mamlakatimiz Prezidenti o'z ma'ruzasida hal etilmagan mavjud muammolarni to'liq va har tomonlama tahlil qildi hamda 2015-yilda mamlakatni ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning eng muhim ustuvor vazifalari va yo'nalishlarini bajarish bo'yicha dasturiy vazifalarga batafsil to'xtaldi. Hukumat, vaziriiklar, idoralar, xo'jalik birlashmalari va barcha darajalardagi hokimliklar oldiga iqtisodiy o'sishning yuqori sur'atlarini bundan keyin ham saqlab qolishga, iqtisodiyotdagi tarkibiy qayta o'zgartirilarni kengaytirishga va sanoatning yetakchi tarmoqlarini faol diversifikasiyalashga, ishlab chiqarishni mahalliyashtirishni chuqurlashtirishga, yo'l-transport va muhandislik-kommunikasiya infratuzilmasini rivojlantirishga yo'naltirilgan zarur chora- tadbirlarni ko'rish vazifalari qo'yildi. Iqtisodiyotda davlatning ishtirokini strategik va iqtisodiy asoslangan o'lchamlargacha qisqartirish, korporativ boshqaruv tizimida tamoyillar va yondashuvlarni tubdan o'zgartirish, xususiy mulkdorlik va xususiy tadbirkorlikni rivojlantirish yo'lidagi barcha to'siqlar va cheklashlarni bartaraf etish, to'liq erkinlik berish, shuningdek, aholi bandligini ta'minlash, uning hayoti darajasi va sifati o'sishi uchun zarur shart-sharoitlar yaratish bo'yicha tashkiliy chora-tadbirlar belgilandi.

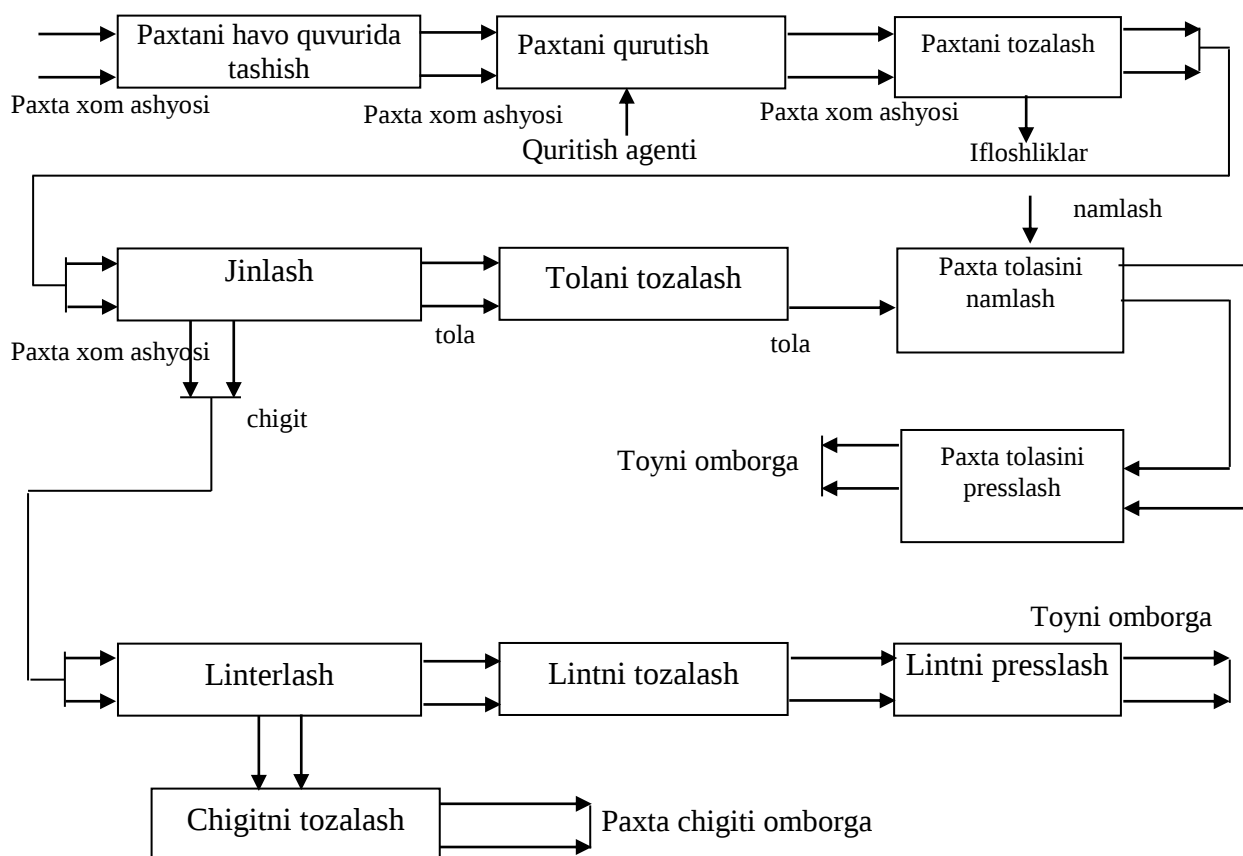
Ishlab chiqarishda texnologik jarayonlarni optimal tanlanishi resurslarni iqtisod qilishga, harajatlarni kamaytirishga, mahsulot sifatini ta'minlashga xizmat qiladi. Xom ashyoni to'g'ri tanlanganligini, texnologik zanjirlarni barqarorligini ta'minlashini va xom ashyoga ta'sirini aniqlash muxim ahamiyatga ega.

Paxtaga dastlabki ishlov berish jarayonlarining o'ziga xos xususiyatlaridan biri liniyalarda ishlaydigan ish unumdorligi va mahsulot chiqarish takti bo'yicha har xil mashina va mexanizmlarning qatnashishidagi texnologik jarayonlarning uzluksizligidir. Jarayonlardagi asosiy muammolardan biri sifatida chigitli paxtani jinlash agregati ta'minlagichiga raqamli roslagichlarni qo'llash, ularni avtomatik boshqarish, mavjud IVA variatorlari o'rniga zamonaviy usullardan foydalangan holda raqamli roslagich-chastota o'zgartirgichlarni qo'llashni diplom loyihasi mavzusi sifatida ko'rib chiqildi.

I BOB. PAXTAGA DASTLABKI ISHLOV BERISH TEXNOLOGIK JARAYONLARI VA JINLASH JARAYONI XUSUSIYATLARI

1.1. Paxtani dastlabki ishlash texnologik jarayonlari

Paxtani dastlabki qayta ishlash texnologik jarayonlari paxta xom-ashyosini qabul qilishdan to uni presslab toy omborlariga joylagunga qadar kechadigan jarayon ketma ketligi zanjirida kechadi. Uning qisqacha jarayonlar xaqida to'xtalib o'tamiz. Paxtani qabul qilib olinganda uni zavod laboratoriya xodimlari qabul qilinayotgan paxta navi, sinfi bo'yicha, iflosligi namligi bo'yicha uning sifat ko'rsatkichlari namunalarini oladi. Namunani laboratoriya uskunalarini orqali sifat ko'rsatkichlari aniqlanadi. Sungra paxta g'aram maydoniga olib kelinadi. Texnologik zanjir ketma-ketlik sxemasi quyidagi 1.1-rasmda keltirilgan.



1.1- rasm. Paxtani dastlabki ishlash texnologik texnologik ketma-ketligi

Paxta xom ashyosini pnevmotransport vositasi yordamida tashiladi, uni quritish agregatlariga va texnologik jarayonlarda qatnashayotgan uskunalariga

yetkazib beriladi, so'ngra uni yirik va mayda iflosliklardan tozalanadi, jinlash agregatlariga yetkazib beriladi, paxta xom-ashyosidan tolasi ajratilib tola tozalash mashinalariga pnevmotransport orqali tola tozalash mashinalariga uzatiladi. Tola tozalash mashinalaridan chiqqan tola, tola kondensorlari orqali o'tib, namlanib, tolani presslash uskunalariga uzatiladi. U yerda tola presslanib tola toylanadi. Jinlash mashinalaridan chiqqat chigit, chigit shneklari orqali linterlash mashinalariga uzatiladi. U yerda paxta chigitidan lint ajratib olinadi, lint kondensorlari orqali lint namlanib presslash uskunalariga uzatiladi. Linterlash agregatlaridan chiqqan chigit tozalanib, shnek transport orqali taroziga uzatiladi, so'ngra chigit omborga tashiladi [2].

Chigitli paxtani dastlabki ishlash texnologik jarayonlarida qatnashuvchi uskuna va agregatlar, ularning texnik ko'rsatkichlari xaqida to'xtalib o'tamiz.

Chigitli paxtani qabul qilish texnologik jarayoni. Paxta tayyorlash maskanlari har mavsumda paxtani qabul qilish hajmiga qarab, yirik o'rtacha va mayda quvvatli bo'lib ajratiladi.

Yirik quvvatli paxta tayyorlash maskanlari o'z territoriyasiga 10000 t. paxtadan ziyod paxta hosilini qabul qiladigan bo'lsa, o'rtacha paxta tayyorlash punkti $6000 \div 10000$ t. gacha, mayda maskanlar odatda 6000 t. dan kam paxta qabul qilinadi. Bunday kichik (mayda) paxta tayyorlash maskanlarini tashkil qilish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq bo'lmaydi, chunki bunday tayyorlash maskanlar o'z xarajatlarini o'zi qoplay olmaydi.

Paxtani qabul qilish davrida korxona rahbari ko'rsatmasiga muvofiq paxta tayyorlash maskani territoriyasi ikki yoki uchta shartli qismga (zonaga) bo'linadi. Uch qismlik (zona) tayyorlash maskanlarining kirish darvozasi yoniga joylashgan. 1-qismida paxtaning sifatini aniqlashda kerakli, laboratoriya uchun namuna oladi. 2-qismda paxta tarozida tortilib, massasi aniqlanadi, etalon asosida paxtaning sanoat navi ham aniqlanadi va 7 ta klassifikator qabul qilish xujjatini yozib beradi. 3-qismda esa qabul qilingan paxta partiyaga qarab ochiq yoki yopiq omborlarga joylashtiriladi va klassifikator tomonidan qayta sifati tekshiriladi.

Paxta tayyorlash maskanining laboratoriyasi qabul qilingan paxtaning har bir partiyasi uchun pasport kartochkasini to'zadi.

Pasportda paxtaning seleksion va sanoat navi, reproduksiyasi, dala guruxi, ombor soni, partiyaning boshlangan va tugallagan vaqti, dastlabki namligi va ifloslik foizi, uning vazni massasida va klassifikatorning familiyasi ko'rsatiladi. Paxta seleksion, sanoat navlari va sinflari bo'yicha, alohida to'dalar xolida maxsus ochiq maydonchalarda usti brizent bilan yopilgan g'aramlar da, usti yopiq omborlarda maxsus tartibda saqlanadi.

Chigitli paxtani quritish texnologik jarayoni. Chigitli paxtani saqlash davrida o'zining tabiiy xususiyatlarini yo'qotmasligi va undan chiqadigan tola va chigitning sifatini yaxshi holda olish uchun uni o'z vaqtida quritish va iflosliklardan tozalash kerak.

Nam chigitli paxtani quritishning ikki usuli bor:

tabiiy quritish -asosan qo'l bilan terilgan chigitli paxtani dala sharoitida, ochiq maydonchalarda quyosh nurida (oftobda) quritish;

sun'iy quritish - mashinada terilgan va qo'lda terilgan paxtaning past navlarini har xil konstruksiyali maxsus uskunalarda quritish;

Oftobda quritish usuli chigitli paxtaning namligi $2\div 3$ % ga kamaytirish zarur bo'lganda keng o'rta. Buning uchun brigada shiyponlarida maxsus maydonchalar tekislab, ularning sirti somonli loy bilan suvaladi yoki asfal'tlanadi. Quritilgan chigitli paxta namligiga qarab $10\div 15$ sm qalinlikda maydonchaga oftobda yoyib qo'yiladi va quritishni tezlatish uchun vaqti-vaqti bilan aralashtirilib, ag'darib turiladi.

Quritish barabanlaridan iqtisodiy - rasional foydalanish uchun uning doimiy quritish agenti temperaturasini, xajmini, chigitli paxtaning namligini nazorat qilish kerak. Shu bilan bir qatorda chigitli paxtaning ifloslik darajasini, iflosliklar bilan birgalikda o'tib ketgan chigitli paxta miqdorini ham nazorat qilinadi. Chigitli paxtani seleksion navi va uning fizik- mexanik xususiyatlarini hisobga olgan holda quritish rejimlari tanlanadi va uni texnologik reglamentda keltirilgan jadvalga muvofiq tartibda quritishga beriladi. Chigitli paxtani xozirgi kunda SBO, SBT, 2SB-10 quritish agregatlarida kerakli miqdorda quritib, keyingi texnologik uskunalarga uzatiladi.

Texnologik uskunalarga pnevmotransport vositasi orqali zavod miqyosida va paxta mahsulotlari tashiladi. Pnevmttransport vositalarining asosiy ishchi organlari ventilyatorlar hisoblanadi. Ventilyatorlar 30 kVt, 45 kVt, 55 kVt, 75 kVt quvvatli elektr dvigatellari bilan jihozlangan VS-8, VS-10, VS-12 turlari va VSM-12, UVP – havoni surish ventilyatorlari paxta tozalash korxonalarida pnevmotransport vositalari sifatida qo'llaniladi. Bu ventilyatorlar korxona umumiy energiya sarfining 44% ni sarflaydi. Shuning uchun ventilyatorlarning ish rejimlari va ularning kuyib qolishining oldini olish chora tadbirlari asosiy vazifa sifatida qaraladi.

Chigitli paxtani yirik va mayda iflosliklardan tozalash texnologik jarayoni.

Jinlarning optimal ravishda ishlashi va tola tarkibida iflos aralashmalarni kamaytirish uchun paxta toshlar, metall buyumlar, organik iflos aralashmalar va o'likdan tozalanadi.

Og'ir aralashmalar – toshlar, metall buyumlar, paxtaning ochilmagan va yarim ochilgan ko'saklarini ushlab qolish uchun hovli va bo'limlararo qo'llaniladigan pnevmota'minlagich tizimlarida separatorlar oldidan o'rnatiladigan tosh ushlagichlar qo'llanadi.

Paxtani mayda iflos aralashmalardan, o'likdan tozalash uchun qoziqchali barabanlar, setkali yuzalar, chigitli paxtani hamma ko'rinishdagi iflos aralashma va o'likdan tozalash uchun esa arrali barabanlar, ildiruvchi cho'tka, kolosnikli panjaralar va cho'tkali ajratuvchi barabanlar bilan jihozlangan paxta tozalash mashinalari qo'llaniladi. Hozirgi vaqtda qo'llanilayotgan 1XK, ChX-5 paxta tozalash mashinalari uchun va normallashtirilgan YeN.178.01 bo'lim uchun ta'minlovchi valiklar konstruksiyalari uchun «a» koeffisienti: namligi 7-9 % va iflosligi 7-10 % bo'lgan o'rta tolali paxtalarining birinchi navlari uchun 0,76; uzun tolali paxtalar uchun - 0,98 ni tashkil etadi. Paxta tozalash mashinalarining tozalash samaradorligi, paxtaning iflosligi va namligi hamda paxta tozalash mashinalarining ish unumdorligiga bog'liq. Paxtaning yuqori namlikda bo'lishi tozalash samaradorligiga salbiy tasir etadi.

Xozirgi vaqtda chigitli paxtani yirik va mayda iflosliklardan tozalash uchun ChX-3M2 “Mehnat” va ChX-5, ChX-5M, 1XK va UXK agregatlaridan

foydalaniladi. 1XK (SCh-02) qoziqchali chigitli paxtani tozalash agregatlari bitta – qatorlarga jamlanib, ikkita – PLPX texnologik oqim tarkibida, uchta – UXK paxta tozalash ageragatlari bilan birlashtirilgan xolda qo'llaniladi.

1RX (RX) paxta regeneratori yarim silindr shaklidagi aksial pnevmota`minlagich va YeN.177 arrachali bo'limdan iborat. Regenerator 1RX arrachali paxta tozalash mashinalaridan ajralib chiqqan chiqindilardagi paxtani ajratib olish uchun qo'llaniladi.

Chigitli paxtani jinlash jarayoni. Tolani ajratish (jinlash) – chigitli paxtadan tolani ajratish jarayonidir. Tolani chigitdan ajratish uslubiga qarab tola ajratish arrali va valiklilarga bo'linadi.

O'rta tolali paxtaning barcha navlari arrali jinlarda qayta ishlanadi. Arrali jinlar to'rtta 3XDDM rusumli yoki ikkita 4DP-130 jinining kamerasi qo'yilgan 5DP-130 rusumli jinlar, tola tozalagichlar va tashish uskunalari bilan jamlangan qatorlarga guruhlanadi. 5DP-130 jinlarida PD ta`minlagichi jinlar majmuasiga kiradi. Jinlarning ishi yuqori sifatli tolani eng oz miqdorda chiqindilar hosil qilib mashina pasportida ko'rsatilgan ish unumdorligini ta`minlagan holda bir xil tukdorlikdagi chigit chiqishi va eng yuqori sifatli tola chiqishini ta`minlashi kerak.

Paxta tolasini tozalash jarayoni. Amaldagi davlat standarti O'zDSt 604-2001 talablariga javob bera oladigan paxta tolasini ishlab chiqarish uchun paxta tozalash korxonalarida paxtani qayta ishlash uzluksiz texnologik jarayoni tola tozalashni o'z ichiga oladi. Tola tozalagichlar har qaysi jinga alohida bir yoki ikki qatorga bo'linishi mumkin. Tolani tozalash paxta tozalash korxonalarida asosan bir bosqichli tola tozalagichlarda amalga oshirilmoqda.

Hozirgi vaqtda paxta tozalash korxonalarida ko'p bosqichli tola tozalagich 1VP («Paxtakor 2»), bir bosqichli 1VPU va 3OVPU rusumli tola tozalagichlari qo'llanilmoqda.

Paxta tolasini namlash texnologik jarayoni. Tarmoq texnologik reglamenti PDKI 41-2002 ga muvofiq paxta tozalash korxonalarida paxtaning sifatini yaxshilash uchun uzun tolali paxtani 6,5-7,0 foizgacha, o'rta tolali navlarni esa 7,0-8,0 foizgacha quritish kerak. Bunday sharoitlarda olinadigan tola namligi 5 foizdan oshmaydi. O'z Dst 604.2001 standarti bilan toladagi eng kam namlikning

nisbiy ulushi 5,0 foiz va me'yorlashtirilgan namlikning vazniy ulushi kondision vaznni hisoblash uchun 8,5 foiz qilib belgilangan.

Paxta tozalash korxonalarida paxta va tolani namlash uchun, asosan, nostandart qurilmalardan foydalanilayotganini hisobga olib, korxonlarda mavjud bo'lgan arrali va g'o'lali tola ajratish vositalaridan unumli foydalanish maqsadida paxta va tolani optimal namlashni tanlash uchun tavsiyanomalar ishlab chiqilgan.

Paxta chigitini linterlash texnologik jarayoni. Paxta tozalash korxonalarida chigitdan lint ajratish linterlarda bir necha karrali va turli tezkorlikda amalga oshiriladi.

U yoki bu turdagi momiq olinishining zarurligiga qarab quyidagi texnologiyalar qo'llanilishi mumkin:

- ikki marta, birinchisida kuchaytirilgan linterlash yo'li bilan, ikki marta, ikkinchisida kuchaytirilgan linterlash yo'li bilan.

Bu maqsadlar uchun UMPL ishchi kamerali PMP-160M, 5LP rusumli va 6LP rusumli linter agregatlari qo'llanilib, ularning hammasida arra tishidan lint havo yordamida ajratiladi.

Linterlarda momiq ajratish usuli arralarni aylanib turgan chigit valigiga mexanik usulda ta'sir etib, chigitlar yuzasidan momiq qirib olishiga, so'ngra arra tishidan havo yordamida ajratilishiga va kondensorgacha olib borilib, u yerda havodan ajratishga asoslangan.

Linterlarning asosiy ko'rsatkichlari, chigitdan ajratilgan momiq miqdori va chigit bo'yicha ish unumdorligi hisoblanadi.

Tanlangan momiq ajratish texnologiyasi va kerakli tipdagi lint ajratish zaruriyatiga qarab, har qaysi linterlash pog'onasida kerakli linterlash miqdori tanlanadi va uni hisobga olib linterlarning ish unumdorligi sozlanadi.

Lintni tozalash texnologik jayoni. Iflosligini kamaytirish uchun lint presslashdan avval momiqni OVM-A mexanik momiq tozalagichida tozalanadi. Tozalagichning ish uslubi aylanuvchi qoziqli shnekli baraban tomonidan harakatlantirilayotgan tolali material va to'rli sirtning o'zaro ta'siri hisobiga undan iflosliklarni ajratishga asoslangan. Tozalagich ikki variantda:

OVM-A-I- lintni va kalta tolani tozalash uchun va OVM –A-II- o'lik aralashgan chiqindilarni tozalash uchun ishlab chiqariladi.

Tola va lint kondensorlari. Paxta chigitidan ajratib olingan tola va chigitlardan ajratib olingan lintni uni olib ketuvchi havodan ajratib olish va tolani va lintni press tarnoviga yoki lint tozalagich tarnoviga tushirish uchun kondensordan foydalaniladi. Kondensorning 5KV va KL rusumlilari keng tarqalgan va hozirgi kunda sanoatda qo'llaniladi.

Keyingi texnologik jarayonlar urug'lik chigit tayyorlash, uni tuksizlantirish va texnik chigit tayyorlash texnologik jarayonlari hamda ajratilgan tolani va lintni presslash texnologik jarayonidir.

Paxta mahsulotlarini toylash texnologik jarayoni. Paxtani qayta ishlash jarayoni olinadigan tola va momiq hamda tolali chiqindilarni, qayta ishlash bo'linmalaridan kelayotgan mahsulotlarni toylash bilan yakunlanadi.

Tolali mahsulotlarni presslash ularni tashishni ixchamlashtiradi va yaxshi saqlanishini ta'minlaydi, shuningdek kam maydon egallanishini ta'minlaydi, mahsulotlarning yonib ketish xavfini keskin kamaytiradi. [3].

Paxta tolasini, lintni va tolali chiqindilarni toylash jarayoni o'z ichiga mahsulotni bo'lib-bo'lib press kamerasiga uzatish, belgilangan vazndagi mahsulotning toyi yig'ilguncha muddatli shibbalash, presslash, yumshoq polietilen qoplarga qadoqlash va pet-lentalar bilan bog'lash tadbirlarini o'z ichiga oladi. Toy press-kameradan chiqqandan keyin poletelen ga o'rab uning yon sirlari yopishtirilishi va markirovka yopirtirilishi shartdir. Boshqa chiqindilar pressda toylanishi yoki toylanmasligi, ya'ni sochiq holda bo'lishi ham mumkin. Tayyor toy tortilgandan va belgi qo'yilgandan keyin bo'limlararo transport vositasi bilan yuklash maydonchasiga yuboriladi va u yerda yuklagich bilan iste'molchiga jo'natish uchun guruhleri bo'yicha taxlanadi. Tola chiqindilari xorijga jo'natishga tayyorlanadi.

Paxta tozalash korxonalarida tolali mahsulotlarni presslash suyuqlik bilan ishlaydigan press moslamasi va u bilan mujassamlashgan texnologik uskunalar (kondensor, tolani namlash qurilmasi, tolani uzatgich va h.k.) bo'lgan toylash bo'limlarida amalga oshiriladi.

Presslash bo'limlari rasmiy holda korxonaning ishlab chiqarish asosiy binosi bilan bir blokning ikki qavatli qismida o'rnatiladi. Xozirgi kunda paxta mahsulotlarini toylashda B 374, D 8237, DA 8237 hamda Xitoy Xalq Respublikasida ishlab chiqarilgan MDY-500 kabi press uskunalari yordamida mahsulot sifatini saqlagan holda presslash uskunalaridan foydalaniladi.

1.2. Paxta xom-ashyosini jinlash jarayoni xususiyatlari

Tolani ajratish (jinlash) - chigitli paxtadan tolani ajratish jarayonidir. Tolani chigitdan ajratish uslubiga qarab tola ajratish arrali va valiklilarga bo'linadi.

O'rta tolali paxtaning barcha navlari arrali jinlarda qayta ishlanadi. Arrali jinlar to'rtta 3XDDM rusumli yoki ikkita 4DP-130 jinining kamerasi quyilgan 5DP-130 rusumli jinlar, tola tozalagichlar va tashish uskunalar bilan jamlangan qatorlarga guruhlanadi.

Arrali jin 3XDDM paxtani mayda iflosliklardan tozalaydigan va uni kerakli miqdorda bir tekis kameraga berib turadigan, alohida holdagi PD paxta ta'minlagichi bilan birga ishlaydi (1.2 rasm).

5DP-130 jinlarida PD ta'minlagichi jinlar majmuasiga kiradi.

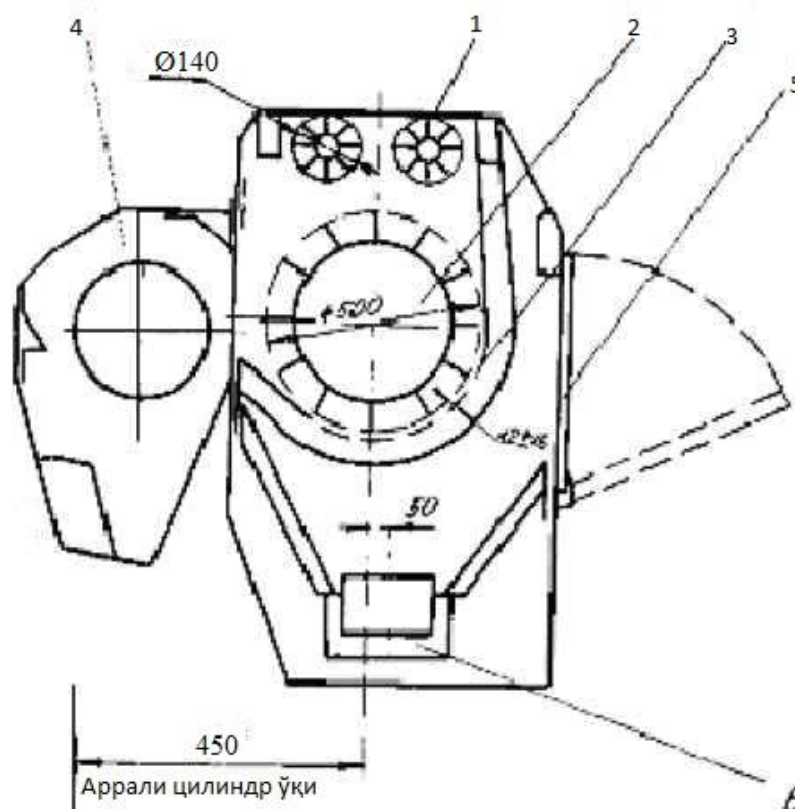
Jinlarning ishi yuqori sifatli tolani eng oz miqdorda chiqindilar hosil qilib mashina pasportida ko'rsatilgan ish unumdorligini ta'minlagan holda bir xil tukdorlikdagi chigit chiqishi va eng yuqori sifatli tola chiqishini ta'minlashi kerak [4].

Ta'minlagich ZXDDM jinini titilgan paxta bilan ta'minlash va paxtani mayda iflosliklardan tozalashga muljallangan.

DP-130 arrali jin 3XDDM jinidan farqli yuqori ish unumdorligiga ega bo'lib, ishchi kamerasini ko'tarish va tushirish mexanizmi bilan ta'minlangan.

ZXDDM arrali jin DP-130 jinining detallari bilan unifikasiyalashtirish maqsadida mukammallashtirilib, 3XDDM jin ishchi kamerasi o'rniga UMPD ishchi kamerasi bilan ta'minlangan. Titilgan va tozalangan paxta ta'minlagichdan tarnov orqali ishchi kameraga tushadi va aylanib turgan xom-ashyo valigiga qo'shiladi. Arralar paxta valigiga kirib tishlari bilan tolali chigitlarni ilib oladi va

kolosnikli panjaraning ishchi yuzasigacha surib boradi u yerda chigitlardan tola ajraladi.



1.2-rasm. Jinning PD rusumli ta`minlagichning sxemasi.

1- ta`minlash valiklari; 2- qozikchali baraban; 3- to`rli yuza; 4- tarnov; 5- orqa qopqoq; 6- ifloslik yig`gich.

1.1-jadval

PD ta`minlagichning texnik tavsifi

Ko`rsatkich nomi	Ko`rsatkich mikdori
Paxta buyicha ish unumdorligi, t/h I, II navlarda	2,1
III navda	1,7

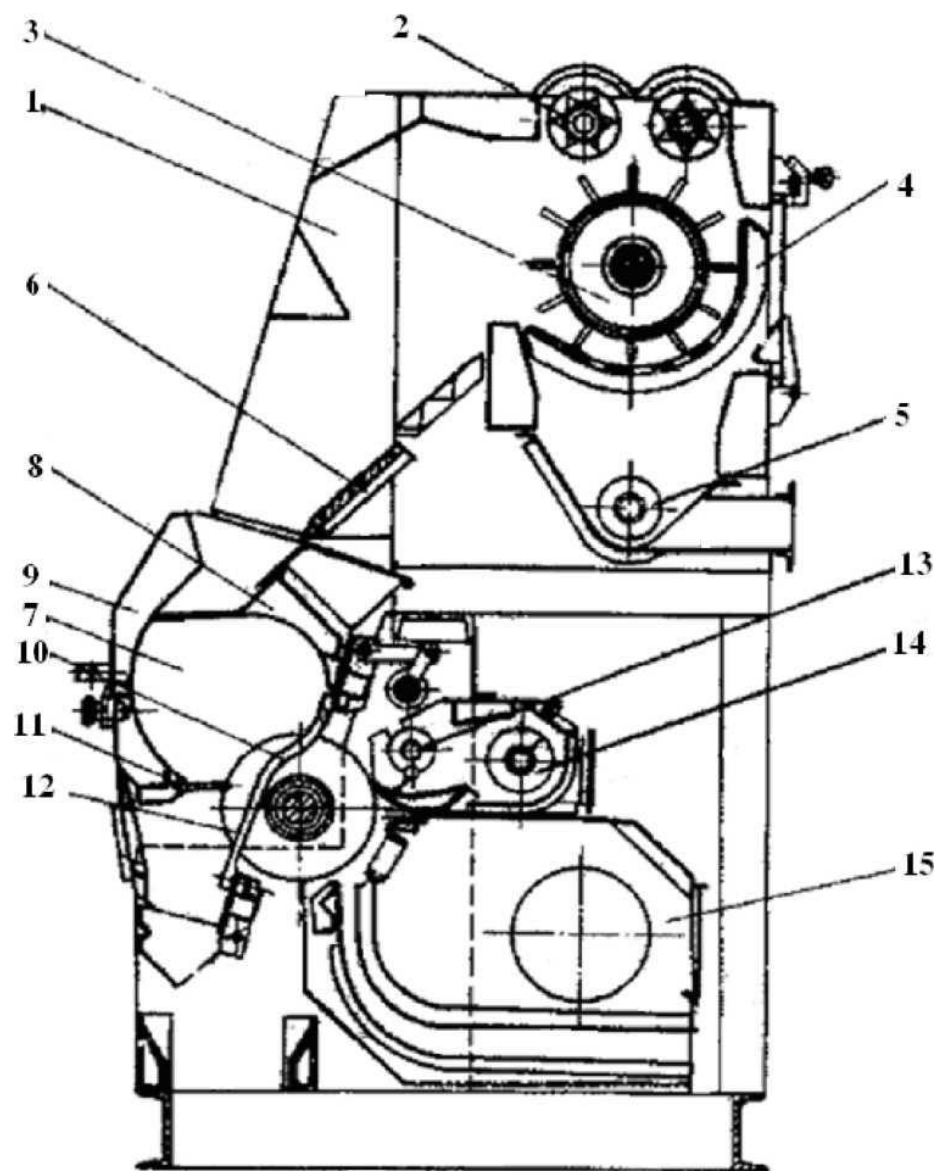
IV nav saralanganda	1,4
O'rnatilgan quvvat, kW	2,2
Qoziqli barabanning burchak tezligi rad/s (r/min)	41,87 (400)
Qoziqli baraban diametri, mm	500
Ta'minlovchi valiklarning burchak tezligi, rad/s (r/min)	2,1 (20)
Ta'minlovchi valiklarning diametri, mm	140
Qoziqlar uchi va to'rli yuza oralig'i, mm	12-16
Perfalshtirilgan to'rli yuza teshiklari, mm	6x50
O'lchamlari, mm:	
uzunligi	2000
kengligi	600
balandligi	(shaxtasiz) 1045
Massasi (nazariy), kg	346

Ajratilgan tola panjara tirqishidan o'tib havo kameraning soplosigacha arra tishida boradi. Soplodan chiqayotgan havo oqimi bilan tolalar arra tishlaridan ajratiladi va havo bilan birgalikda tola tozalagichga boradi, keyin tola olib ketish quvuridan kondensorga boradi. Iflosliklar va o'lik toladan og'irroq bo'lgani tufayli markazdan qochma kuch ta'sirida kameraning tolalar kirish tirqishi yonidan uchib o'tadi va o'lik konveyeriga tushadi. Ko'rsatilgan aralashmalar o'lik konveyeri yordamida so'rib olib ketish quvuriga yo'llanadi va havo yordamida olib ketiladi.

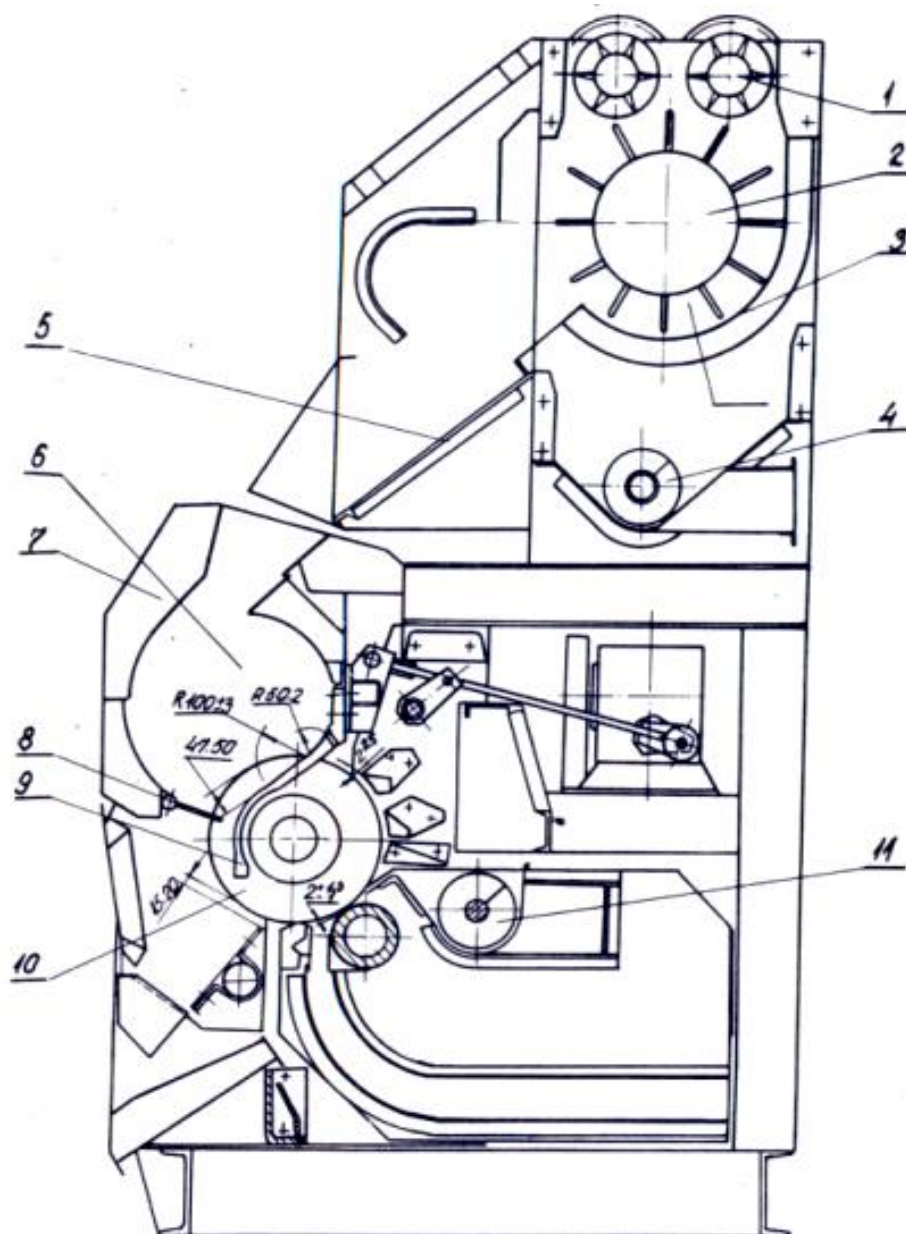
Tolasi ajratilgan chigitlar paxta valigiga ilakisha olmay ajralib qoladi va kolosniklar orqali tarnovdan tushib mashinadan olib ketiladi.

4DP-130 arrali jin (1.3 rasm) takomillashtirilgan ishchi kameraga ega, bu kamera 5DP-130 rusumli jinga o'rnatilib ishlatilmoqda.

5DP-130 arrali jinda (1.4-rasm) tolani arra tishidan chiqarish havo kameraning konstruksiyasi o'zgartirilgan, bir tomonlama qotiriladigan qotirish sirti kengaytirilgan kolosniklar va jinni paxta bilan avtomatik usulda ta'minlash qurilmasi qo'llangan ulik kolosniklari o'rnatilgan.



1.3- rasm. DP-130 arrali jinning ta`minlagichi bilan ko`ndalang qirqimi sxemasi
 1- ta`minlagich; 2- ta`minlash valiklari; 3- qoziqli baraban; 4- to'rli yuza; 5-
 ifloslik konveyeri; 6- tarnov; 7- ishchi kamera; 8- ustki brus; 9- fartuk; 10-
 kolosnik; 11- chigit tarog'i; 12- arrali silindr; 13- qirg'ich; 14- ulik konveyeri; 15-
 tola ajratish havo kamerasi.



1.4- rasm. 5DP-130 arrali jinining ta`minlagichi bilan ko`ndalang qirqimi sxemasi

1- ta`minlash valiklari; 2- qozikli silindr; 3- turli yuza; 4- ifloslik konveyeri; 5- tarnov; 6- ishchi kamera; 7- fartuk; 8- chigit tarog'i; 9- bir tomonlama qotirilgan kolosniklar; 10- arrali silindr; 11- ulik konveyeri:

1.2-jadval

Arrali jinlarning texnik tasnifi

Ko'rsatkich nomi	Ko'rsatkich miqdori		
	UMPD kamerali	4DP-130	5DP-130
1	2	3	4
Tola bo'yicha ish unumdorligi, kg/h I va II navlarda	780± 25	2000±200	2000±200

III va IV navlarda	550 ±25	1200 ±100	1200±100
Havo kamerasidagi statik bosim Pa (mm)	1800-2000	2200	2200
Tolani ajratish uchun havo sarfi, m ³ /s	(180-200)	(220)	(220)
	0,55	0,8 gacha	0,8 gacha
Tola tozalagich bilan iin orasidagi quvurdagi statistik bosimi Pa (mm H ₂ O)	0+50	0+51 (0+5)	0+51 (0-5)
Chikindilarni olib ketish uchun havo sarfi	0,1	0,2-0,3	0,2-0,3
Umumiy tozalash samaradorligi, %	10-15	10-15	15 dan kam
Chigit tukdorligi, %	12-13	12-13	12-13
Ishchi organlarni aylanish tezligi, rad/s			
arrali silindrniki	63.93	76.93 (735)	76.41 (730)
qozikli barabanniki	52.33	52.33 (500)	53.59 (512)
ta`minlash valiklariniki	0-1,46 (0-	0-1,46 (0-14)	0-1,46 (0-
ulik va ifloslik konveverlariniki	0,87 (49)	0,66 (35)	0,41 (23)
O`rnatilgan kuvvat, kW			
arrali silindrda	55	75	75
Ta`minlagichda	2.2	2.2	2.2
ta`minlovchi valiklarda	-	0,2	0,85
ishchi kamerani harakatlantirishda	1,1	1,1	1,1
ulik va ifloslik konveverlarida	0.6	1.1	1.1
Texnologik tirqishlar, mm:			
ishchi xududda kolosniklar orasidagi	2,8-3,2	2,8-3,2	2,8-3,2
vuqori xududda kolosniklar orasidagi	4±1.43	4±1.43	4±1.43
qoziqli baraban qoziklari va to`r yuzasi	15-18	15±5	15±5
arrali silindr va havo kamerasi brusi	1-3	1-3	1-3
ulik airatgichi va arrali silindr orasidagi	10-20	3-15	2-2.5
Arraning kolosnikdan chiqib turishi, mm	46-50	47-50	47-50
Arralar soni, dona	86	130	130
Ishchi organlarni asosiv o`lchamlari, mm:			
arraning tashqi diametri	320 ±.25	320 ± 0.25	320 ±0.25
arraning ichki diametri	61.8+0.2	100+0.2	100+0.35
arralar oraliq masofasi	18±0.05	18±0.05	18±0.05
arralar orasidagi qistirmaning eni	17+ 0.05	17.05± 0.05	17.05± 0.01
qistirmalarning tashqi diametri	160	160	160
ulik va iflosliklar konveverlarining diametri	150	150	150
qozikli baraban diametri	400	400	400
ta`minlash valiklarining diametri	140	140	140

1.3. Jinlash texnologik jarayonida ta`minlagichning mavjud xozirgi kundagi holati va jahon tajribasida tutgan o`rni

Jinlash jarayoni to`xtovsiz takrorlanuvchi jarayondir, shuning uchun ishchi kamerasiga tushuvchi paxta miqdori xar doim uning ishchi kamerasidan chiqariluvchi paxta va tolasi ajratilgan chigit miqdoriga tengdir. Paxtadan tolani ajratib olish quyidagicha amalga oshiriladi: Ishchi kamerasidagi xom-ashyo valigi paxta va tolasi ajratilmagan chigitlardan tashkil topgan xom ashyo valigining

aylanishi natijasida paxta arra tishiga bir necha bor keladi va undan tolalar ajratiladi. Xom-ashyo valigidagi chigit tukdorlik darajasiga yetishganida, u ishchi kamerasidan chiqib ketadi (uni boshqarib borish mumkin) [5].

Paxta valigi yuzasidagi tolalari olinishi bilan, chigitning arra bilan uchrashishi kamaymaydi, lekin tola miqdori xar gal kamayib boradi. Chigitning tuksizlanish darajasi uning yuzasidagi toladorlik miqdoriga to'g'ridan-to'g'ri bog'liqdir. Shuning uchun, doimiy va bir xilda tola ajratish natijasida arra tishining xar gal tola ilish qobiliyati va uning miqdori kamayib boradi. Kerakli miqdordagi tola olish uchun arra tishining xom-ashyo valigiga ta'siri xisobli bo'lishi kerakdir. Shuning uchun, bir maromda ishlovchi jarayonda, ya'ni paxta va chigitlar ta'sir qiluvchi arra tishlari bir maromda bo'lgani uchun, tolaning ishchi kamerasidagi bo'lish vaqti xammasi uchun bir xil bo'lishi kerakdir. Bu tushuncha quyidagilardan xam kelib chiqadi, ya'ni tola olish jarayoni to'xtovsizdir, bir me'yorda bo'lgani uchun, uni quyidagicha aniqlash mumkin. Tola miqdori (N) ning sekundlik ish unumdorligi (n) ga nisbati:

$$t = \frac{N}{n}, \text{ sek.}$$

bulardagi N va n doimiy bo'lsa, t xam doimiy bo'ladi.

Arra tishlari xar gal kameradagi xom ashyo valigining bir qismiga tegadi, bu qismining katta kichikligi noaniqdir. Tola olish jarayonida bu ko'rsatkich qayta ishlanayotgan paxta seleksion naviga, arra tishining tuzilishi, soni va aylanishiga, uning xom-ashyo valigiga nisbatan turishi va boshqa ko'rsatkichlariga bog'liqdir. Shuni ko'zda tutish kerakki, chigitning tuksizlik darajasi uning yuzasiga ta'sir qilmaydi. Xom-ashyo valigidagi paxtaning miqdori ko'p va bir xil sharoitda bo'lgani uchun, xar gal arra tishining ta'sir qiluvchi xam-ashyo valigi yuzasining miqdorini doimiy ko'rsatkich deb-ya'ni jinlash jarayonining ko'rsatkichi deb, olish mumkin. Yuqoridagi yozilganlarga asosan jinlash jarayonini tolaning doimiy bir guruxdan ikkinchi guruxga o'tuvchi deb qarash mumkin, ya'ni katta tukdorlikdan kam tukdorlik darajasigacha. Agarda xom-ashyo valigini taxminan bir xil tukdorlik darajasidagi bo'laklarga bo'lsak, unda tukdorlik darajasi kam bo'lgan chigitlar miqdori ancha ko'p bo'ladi. Boshqacha aytganda, xom-ashyo valigidagi tolasini kam

chigitlarning miqdori qancha kam bo'lsa, tolasi ajratilgan chigitlar miqdori shuncha kam bo'ladi. Bu aytganlarimiz, shuni ko'rsatadiki, umumiy tushuncha, ya'ni bir vaqtda qancha tola ko'p olinsa shuncha ifloslik darajasi, ya'ni tolada aralashmalar miqdori ko'p bo'ladi. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin-chigit yuzasidan qancha tola ko'p olinsa, shuncha arra tishlari chigitning ochiq yuzasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun bir vaqtning o'zida qancha tola miqdori ko'p olinsa, shuncha tolaning sifati pasayadi. Chunki biz xar bir chigitni chigit valigida ortig'idan ko'p bo'lishga, ya'ni uning yuzasidagi tolalarni majburan ko'p olishga olib kelimiz, buning natijasida chigitlar shikastlanadi. Yuqorida aytilgandek jinlash jarayonidan so'ng chigitning yuzasida tolalar qoladi, bu tolalar xar xil uzunlikda bo'ladi. Bu ko'rsatkich tolalar uzunligiga qarab o'rtacha quyidagicha joylashgan bo'ladi:

6 mm va undan kam uzunlikda - 85,2 %;

7 mm dan 16 mm gacha uzunlikda - 12,3 %;

17 mm dan 33 mm gacha uzunlikda - 2,5 %.

Uzunligi yuqori bo'lgan tolalarni jinlash jarayonida tolasi arra tishlari bilan ilib olinib, so'ng uzib ajratiladi, lekin bunday jarayon tolalarning kam miqdorini tashkil etish munosabati bilan qisqa muddatda amalga oshiriladi. Bu xol esa bunday tolalarning chigit yuzasidagi miqdoriga bog'liqdir (tolaning zichligi). Bunday zichlik yuqori bo'lsa arra tishi kalta lintlarni xam ilib olishi mumkin. Qolgan asosiy tolalar esa, arra tishining yon qismi bilan sidirib olinadi. Shuning uchun jinlash jarayonida tish bilan ilib olib so'ng ajratadi deb qabul qilish mumkin. Bunday deyishimizdan maqsad, jinlash jarayonida xam, linterlash jarayonida xam, kam bo'lsa xam ishtirok etadi, ya'ni arra tishlari chigitda qolgan lintni 10 % gacha sidirib olish imkoniga ega, xuddi shunday juda kam foiz bo'lsa xam tolani ilib olib, so'ng uzib olish jarayoni xam linterlash jarayonida ishtirok etadi.

Jinlash jarayonini kuzatishlar shuni ko'rsatadiki, qancha ko'p tola olish natijasida shuncha ko'p chigit yuzasi tozalanib boriladi, chunki qancha ko'p arra tishi chigit yuzasiga ta'sir qilsa, shuncha ko'p tola olinadi va chigit tozalanib boriladi va oxiri chigit linterlanish darajasigacha toza bo'ladi.

Ilg'or chet el tajribasini bizning sanoatimiz korxonalari agregatlariga tadbiq etishda, avval ularni tahlil qilish muhimdir. Ular xozirgi kunda bir qancha taniqli firmalar tomonidan ishlab chiqarilmoqda. Hozirda dunyoda yetkchi bir qancha firmalar raqamli rostlagichlar- chastota o'zgartirish qurilmalari ishlab chiqarilmoqda. Ular AVV, Delta Electronics, SEW-EURODRIVE, BOSCH, SIEMENS, TOSHIBA. Ular bir birlaridan ish bajarish funksiyalaridan, yarimo'tkazgichlarning kopmonentlaridan, sanoatdagi qo'llanish ahamiyati bilan farqlanadi [6].

Har bir raqamli rostlagichlar belgilangan ma'lum quvvatga mo'ljallangan va elektr yuritmalarining aniq strukturasiga mo'ljallangan (umumiy yaxlit yoki maxsuslashtirilgan) bo'ladi.

Shunday tipga mansub bo'lgan halqaro elektr energiya birlashmasi biri ABB Drives (Asea Brown Boveri) bo'lgan SAMI seriyasidagi raqamli rostlash qurilmalarini misol tariqasida ko'rishimiz mumkin. SAMI seriyasi elekt yuritmalarni qisqa tutashgan asinxron elektr yuritmalarini tekis yurg'izishga mo'ljallangan. U seriyalar oilasi SAMI MS, SAMI GS, SAMI STAR, SAMI MEGASTAR larni o'z ichiga oladi. Bu chastota o'zgartirish qurilmalarida mikroprosessorli boshqarish, diagnostika va ma'lumotlarni suyuq kristal monitorli ekranga chiqarish va klaviaturalari 8 hil tildagi interfeys mavjud. Bu raqamli chastota o'zgartirgichlarda rostlanmaydigan to'g'irlagichlar, kuchlanish invertori, bir biriga energiyani LC- fil'tri orqali kompensasiyalovchi shirotno-impul'sli modulyasiyalash imkoniyati mavjud.

1990 yilda SEW-EURODRIVE kompaniyasi MOVITRAC 4000 seriyadagi quvvati 22,30,45, va 55 kVt li elektr yuritmalarni boshqarishga mo'ljallangan chastota uzgartirish qurilmalarini ishlab chiqardi. Bu chastota o'zgartirish qurilmalari mikroprosessorli va IGBT kuchlanish invertorli ABB Drivesning SAMI GS modeliga asosida ishlab chiqarilgan.

1991 yilda esa MOVITRAC 3000 rusumi 1.5 kVt dan 22 kVt gacha bo'lgan elektr yuritmalarini tekis yurg'izish va boshqarish chastota uzgartirgichlari ishlab chiqarila boshladi. Bu rusumdaga chastota o'zgartirish qurilmalarida elektr yuritmalari vallariga impul'sli datchiklar ham o'rnatilgan.

Biroq 1993 yilga kelib kompaniya imkoniyatlaridan kelib chiqib yanada yangi DRIVECOM standartlariga muvofiq, tarmoqdan boshqariladigan avtomatlashtirilgan yangi rusum MOVITRAC 3000 Interbus-S rusumi ishlab chiqarildi, shu bilan bir qatorda MOVITRAC 31B elektr yuritmalari quvvati 0,75 kVt dan 7,5 kVt gacha datchiksiz seriyalari ham ishlab chiqarildi. Ular SIEMENS kompaniyasining mikrokontrolleri 80S166 bazasida va elektr yuritmalarni boshqarishda yuqori samarali, katta funksional imkoniyatlarga ixtisoslashtirilgan INTEL 80MC196, MOTOROLA 68HC11 firmalari tomonidan ishlab chiqarila boshladi.

1998 yildan bipolyar tranzistorlarning yangi ishlanmasi qo'llanila boshladi. Chastota o'zgartirish qurilmalarining kuchlanish zanjirida ASIC firmasining MOSFET va IGBT tranzistorlari moduli 1.2 yoki 6 MOSFET ASIC bir korpusda yig'ila boshladi. Ularni TOSHIBA, INTERNATIONAL RECTIFAIR, SIEMENS, SIMEKRON va boshqa ishlab chiqaruvchi yirik kompaniyalar ishlab chiqara boshladi. Ular xozirgi kunga qadar dasturiy ta'minoti va funksional imkonitlari boyitilib ishlab chiqarib kelinmoqda.

II BOB JINLASH JARAYONINI MATEMATIK MODELLASHTIRISH.

2.1. Jinlash agregatining energetik holati va uning matematik ifodasi

Paxtani jinlash jarayoni holatini aniqlovchi barcha parametrlarni formallashtirish, jarayonlar majmuasini quyidagi guruhlariga ajratish mumkin:

1. Jarayonga kiritiladigan nazorat qilinuvchi ko'rsatgichlari quyidagilar:

Z_1 – paxta xom-ashyosi namligi;

Z_2 – paxta xom-ashyosining iflosligi;

Z_3 - paxta chigiti shikastlanganligi.

2. Jarayonga kiritiladigan boshqariladigan parametrlar majmui:

X_1 - Qoziqli baraban aylanish soni;

X_2 - arrali silindr aylanish soni;

X_3 - ta'minlash valigi aylanish soni;

X_4 - Qoziqli baraban va chiqindi to'ri orasidagi tirqish;

X_5 - ta'minlash valigi va qoziqli baraban orasidagi masofa.

3. Jarayonga kiritiladigan rostlanuvchi parametrlar majmui:

L_1 - arrali silindr va kolosniklar orasidagi tirqish;

L_2 – chigit tarog'i xolati;

4. Jarayondan chiquvchi parametrlar majmui

U_1 –tola bo'yicha jin unumdorligi ;

U_2 - tola tarkibidagi nuqsonlar va iflos aralashmalar;

U_3 - paxta chigiti shikastlanganligi;

U_4 - tolali chiqindilar;

U_5 - chigit tukdorligi;

5. jarayonda nazorat qilib bo'lmaydigan parametrlar majmui:

Nazorat qilinmaydigan parametrlarning g'alayonlovchi ta'siri shunday holatda nomoyon bo'ladiki, bunda boshqariluvchi va boshqarilmaydigan tizimning chiqish parametrlari majmui ma'lum, lekin nazorat qilinmaydigan chiqish parametrlari bir xilda tavsiflanmaydi (2.1 rasm.).

Ushbu parametrlarning namunaviy sanog'i quyidagicha:

$$\bar{F} = (f_1, f_2, \dots, f_t),$$

f_1 - atrof muhit sharoiti o'zgarishi;

f_2 - tasodifiy ta'sirlar ostida ifloslanganlik o'zgarishi;

f_3 - texnologik jarayonlar rejimiga ta'sir etkuvchi texnologik agregatning texnik va ekspluatasion tavsifi va h.k.

Matematik model paxtani jinlash jarayoni chiziqli matematik modellar noadekvatligi o'rnatilgandan so'ng ishlab chiqildi. Bunda axborot yig'ishning faol uslubidan foydalanildi.

Tajribaning mashinada ishlov berilgan ma'lumot natijalari Fisher kriteriyasi bo'yicha gipoteza adekvatligini tasdiqladi.

Shunday tarzda, qurilgan paxta xom ashyosini arrali jinlash jarayoni chiziqli matematik modeli quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\begin{aligned} U_1 = & 89,49 + 4,14X_1 + 19,49X_2 + 11,23X_3 - 4,18X_4 + 14,85X_5 + 1,31X_1X_2 - \\ & - 1,19X_1X_3 + 2,18X_1X_4 - 16,09X_1X_5 + 0,08X_2X_3 + 14,53X_2X_4 + 14,56X_2X_5 - \\ & - 2,18X_3X_4 + 19,7X_3X_5 + 15,89X_4X_5 + 18,37X_1^2 + 5,53X_2^2 - 4,96X_3^2 + 15,03X_4^2 - \\ & - 29,55X_5^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_2 = & 12,64 + 1,44X_1 + 0,65X_2 - 0,12X_3 + 1,60X_4 + 1,5X_5 - 0,05X_1X_2 + 0,51X_1X_3 + \\ & + 1,24X_1X_4 - 2,15X_1X_5 - 1,36X_2X_3 - 0,33X_2X_4 - 1,92X_2X_5 + 0,25X_3X_4 + \\ & + 1,35X_3X_5 + 1,58X_4X_5 - 2,75X_1^2 + 0,98X_2^2 + 0,49X_3^2 + 4,28X_4^2 - 0,07X_5^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_3 = & 13,04 - 0,18X_1 - 1,23X_2 - 0,95X_3 + 1,75X_4 + 0,99X_5 - 0,78X_1X_2 - 1,3X_1X_3 - \\ & - 0,65X_1X_4 - 3,13X_1X_5 - 1,19X_2X_3 - 0,43X_2X_4 + 1,08X_2X_5 + 0,06X_3X_4 + \\ & + 2,13X_3X_5 + 1,01X_4X_5 - 0,12X_1^2 - 0,89X_2^2 - 0,17X_3^2 + 0,83X_4^2 + 0,97X_5^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_4 = & 0,39 + 0,02X_1 + 0,06X_2 - 0,06X_3 + 0,10X_4 + 0,04X_5 + 0,05X_1X_2 - 0,05X_1X_3 + \\ & + 0,02X_1X_4 - 0,09X_1X_5 - 0,05X_2X_3 + 0,04X_2X_4 - 0,01X_2X_5 + 0,01X_3X_4 + \\ & + 0,07X_3X_5 + 0,05X_4X_5 - 0,11X_1^2 - 0,07X_2^2 - 0,19X_3^2 + 0,46X_4^2 - 0,04X_5^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} U_5 = & 11,37 + 0,37X_1 + 0,17X_2 + 0,25X_3 + 1,68X_4 + 2,19X_5 + 0,23X_1X_2 - 0,34X_1X_3 - \\ & - 1,94X_1X_4 - 0,12X_1X_5 + 0,34X_2X_3 + 0,34X_2X_4 + 2,16X_2X_5 - 0,41X_3X_4 + \\ & + 1,97X_3X_5 + 1,67X_4X_5 - 0,51X_1^2 - 0,15X_2^2 + 0,01X_3^2 + 1,6X_4^2 + 0,54X_5^2 \end{aligned}$$

Tizimning energetik holatini tenglamasini tuzish uchun Gamil'ton differensial funksiyasidan foydalanamiz. Mexanik tizimning egiluvchan

zvenolaridan uzatilayotgan quvvatni xar bir ishchi agregat pnevmotizimi uchun [4,5] muvofiq olamiz.

$$|R_z - R_r| \leq \varepsilon, \quad (2.2)$$

bu yerda R_z – QB elektr dvigatelning berilgan quvvati;

R_r – QB elektr dvigatel quvvatining hisoblab topilgan qiymati;

$\forall \varepsilon (0 < \varepsilon < 1)$ - kam qiymat.

Misolni va shartni bajarish uchun Gamil`ton differensial funksiyasidan foydalangan holda tizimning energetik holati tenglamasini tuzamiz [3]:

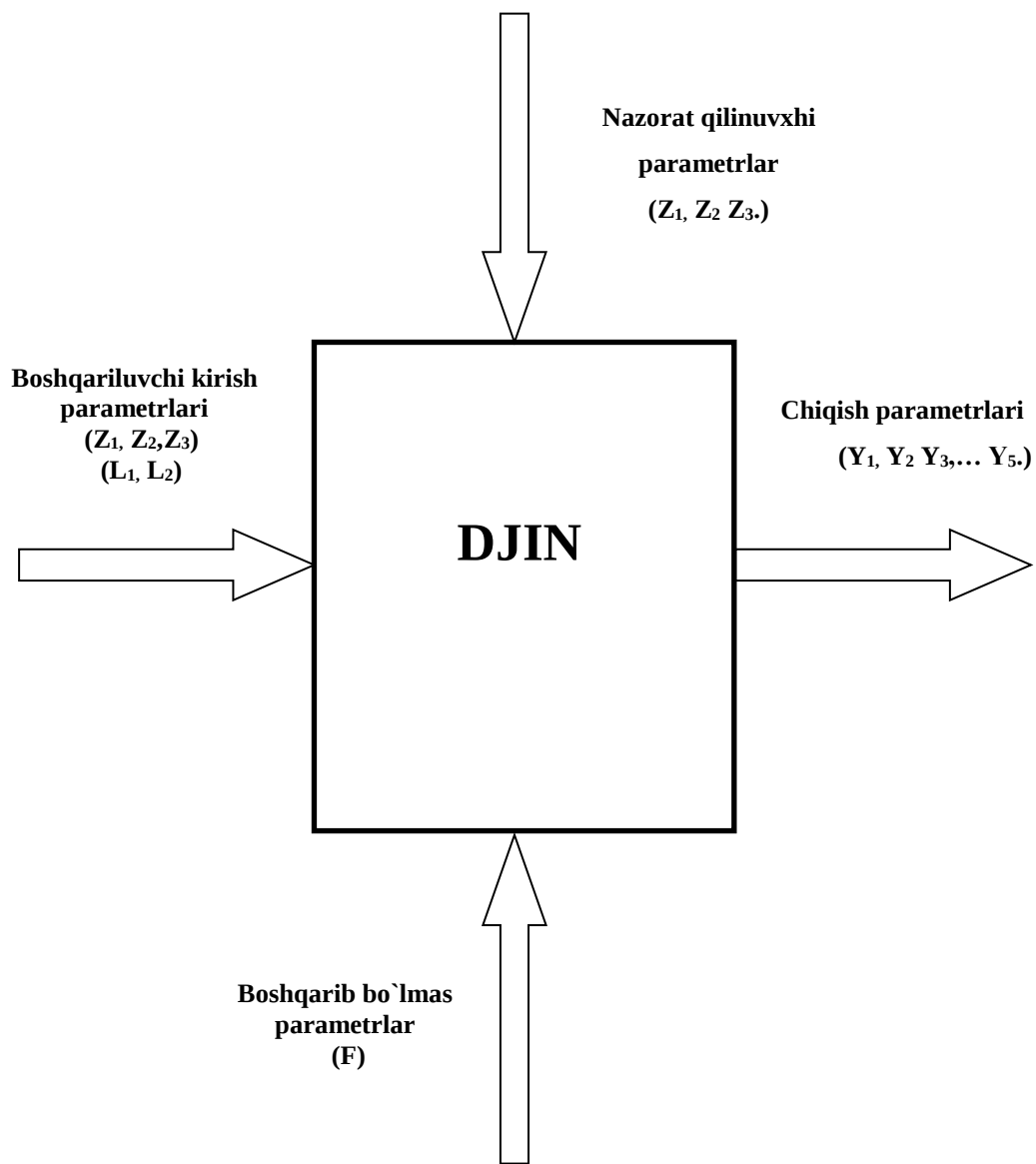
$$\frac{dH}{dt} = \sum_{i=1}^n \left(-\frac{\partial H}{\partial \varphi_i} + Q_i \right) \dot{\varphi}_i = \sum_{i=1}^n Q_i \dot{\varphi}_i. \quad (2.3)$$

Aytaylik, stasionar ob`ektning parametrlari doimiy o`zgarmas, berilgan quvatga va umumiy φ_c bog`lanish koordinatiga ega bo`lsin. U holda (2.3) formula qiymatlarini (2.2) ga qo`yib, quyidagilarni olamiz

$$\varepsilon = P_z - P_p = \sum_{i=1}^n \left[\left(-\frac{\partial H}{\partial \varphi_i} + Q_z \right) - \left(-\frac{\partial H}{\partial \varphi_i} + Q_p \right) \right] \dot{\varphi}_i = \sum_{i=1}^n (Q_z - Q_p) \dot{\varphi}_i. \quad (2.4)$$

Qoziqli baraban shkivi tasmaidan egiluvchan zvenolariga uzatilayotgan quvvatni (2.3) ga muvofiq olamiz.

$$\frac{dH}{dt} = \sum_{i=1}^n \left(-\frac{\partial H}{\partial \varphi_i} + M_i \right) \dot{\varphi}_i = \sum_{i=1}^n M_i \dot{\varphi}_i = j_i \ddot{\varphi}_i \dot{\varphi}_i, \quad (i = \overline{1,4}). \quad (2.5)$$



2.1-rasm. Paxta xom-ashyosini jinlash jarayoniga ta'sir etuvchi omillar

Qoziqli baraban ishlab turishi jarayoni tadqiqoti natijalari shuni ko'rsatdiki, bunda atrof muhitni hisobga olgan holda ishlash stabilligi va energetik holtati qoziqli baraban elektr dvigateli mexanizmi taranglik uzatmasiga parametrlariga va massasiga bog'liq bo'ladi, ular o'z navbatida Pontryagin maksimumi prinsipi chegaraviy misollari sonli yechimida aniqlanadi. Berilgan texnologik qarshilik $M_s=0.732Nm$ bo'lganda, tutashma tizimlar M_d , harakat parametri variatsiyasi va b, s, j_i konstruktiv parametrlar tadqiq qilindi va quyidagi optimal qiymatlar olindi:

$M_d = 5.96 \text{ Nm}$; $b=17Nms/rad$; $s=9000.5Nm/rad$; $j_d=0.03 \text{ Nms}^2$; $j_{kb}=0.09 \text{ Nms}^2$;

$M_s=0.732Nm$. bo'lganda dvigatel uchun energiya sarfini 2.2 dan to 0.243 kVt gacha minimallashtirish amalga oshirildi.

2.2 Jin agregatida paxta chigiti harakati va unga ta'sir etuvchi omillarni modellashtirish

Paxta xom ashyosini qayta ishlash uchun mo'ljallangan texnologik mashinalarining asosiy ishchi agregatlaridan (IA) biri chigitli paxtani tolasidan ajratuvchi jinlar hisoblanadi. O'zbekiston paxta zavodlarida paxta xom ashyosi o'rta tolali navlarini jinish uchun 4DP-130 arrali jini keng ko'lamda foydalaniladi [6,7].

Potokli tozalash linisida muvofiq ravishda ishlov berilgan paxta xom ashyosi shaxta orqali shnekli taqsimlagichidan ta'minlagichga yo'naltiriladi, belgilangan unumdorlikdagi ta'minlovchi valiklar paxta xom ashyosini qoziqchali barabanga uzatadi, bu yerda mayda iflosliklardan tozalanadi va titiladi.

Ta'minlagichdan tushgan chigitli paxta jinning ishchi kamerasiga tushgan chigit tarog'ining yonida aylanayotgan arra tishlari chigitli paxtani ilib olib, arra yoyi bo'ylab sudrab kolosniklarga olib keladi. Arra tishlariga ilingan tolali chigitlar boshqa tolali chigitlarni ilashtirib ularni ham tortadi, shu yo'sinda arraning aylanishi hamda tolali chigitlarning bir-biriga ilashishi natijasida ishchi kamerasida paxta (xom ashyo valigi) aralashmasi aylana boshlaydi. Shunday qilib arraning aylanishiga qarshi tomonga aylanuvchi xom ashyo valigi hosil bo'lib, u arra tishlarini tola bilan uzluksiz ta'minlaydi.

Arra tishlariga ilingan tolalar kolosniklarning orasidan olib o'tiladi, chigitlar esa o'ta olmaydi, shunda tolalar chigitdan ajraladi. Tolalar soplodan (tirqishdan) chiqqan havo oqimi bilan arra tishidan ajratilib, umumiy tola tortish quvuriga uzatiladi. kolosniklarning ishchi qismida (arra tishlari chiqib ketadigan joyi) tirqish kengligi 2,8-3,2 mm dan katta bo'lmagani uchun chigit o'ta olmasdan aylanib turgan xom ashyo valigiga qo'shilib ketadi va kerakli miqdordagi tolalari olinmaguncha shu yo'sinda aylanishda va arra tishiga kelishda davom etadi.

Tolalaridan ajralgan chigitlar o'zining ilashish qobiliyatini yo'qotadi, xom ashyo valigidan ajralib, qobirg'a sirtiga tushadi, so'ngra uning yuzasi bo'ylab pastga tushadi. Undan tashqari arra tishlari tolani ilib olib ketayotganda xom ashyo valigining aylanish tezligi o'zgarishi natijasida xom ashyo valigining markazidan

chigit tarog'i yo'nalishida ochiq (ejeksion) qism hosil bo'ladi. Shu ochiq joydan o'rtada yig'ilgan, chiqishga tayyor turgan tolasiz chigitlar chiqa boshlaydi. Jindan chiqayotgan chigitlar miqdori va toladorlik darajasi chigit tarog'i bilan tartibga solib turiladi va nazorat qilinadi. Tola tarkibidagi ulikni ulik kurakchasi orqali boshqariladi. Toladan ajragan ulikni esa, ulik konveyeri orqali tashqariga chiqariladi. Ishchi kameraga chigitli paxtani to'xtovsiz berish, tola va ajratilgan chigitlarni ishchi kameradan to'xtovsiz olib ketish, arrali jinning barqaror ishlashini ta'minlaydi.

Knematik sxemasi 8 ta mustaqil va 4 ta umumlashgan zvenodan tashkil topgan (2.5-rasm):

- birinchi zveno, arrala silindr elektr dvigateli: elektr dvigatel

$n = 735 \text{ ayl/daq}$ – mufta – arrali val – I;

- ikkinchi zveno, ishchi kamerani ko'tarish mexanizmi: motor reduktor $n=11 \text{ ayl/min}$ – 100 mm diametrli shkiv – tasmali uzatma – 270 mm diameirli shkiv – reduktor PMP 00.086- val II;

- uchinchi zveno, mayda iflosliklar konveyeri va qoziqli baraban vali: $n=730 \text{ ob/min}$ – val – V – tishli uzatma $z=27$ – zanjirli uzatma $z=27$ – val – IV – tishli uzatma $z=27$ – val - III;

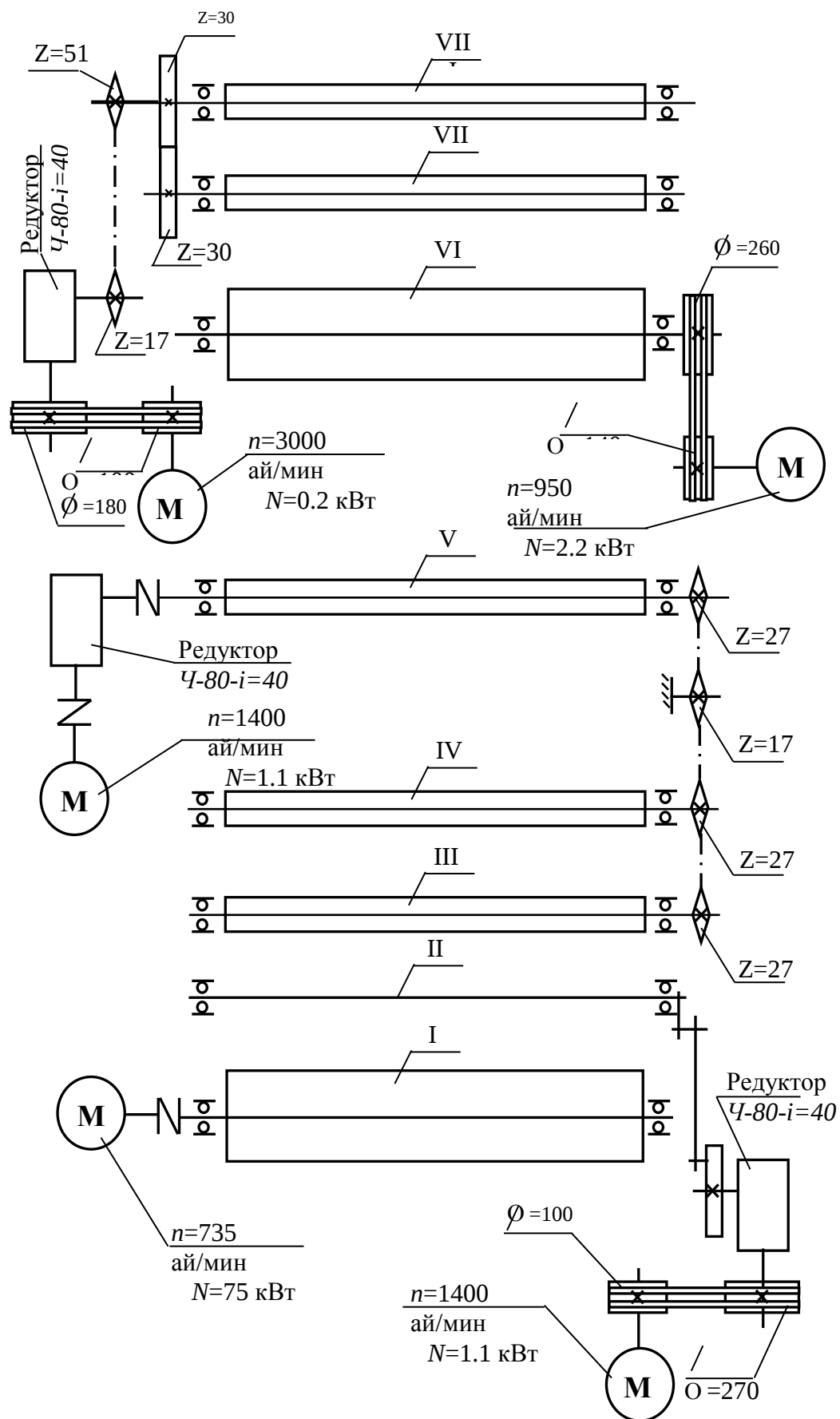
- to'rtinchi zveno, variator ta'minlagichi va qoziqli baraban, arrai silindr elektr dvigateli vali: elektr dvigatel $n=750 \text{ ayl/daq}$ – shkiv diametri 140 mm – tasmali uzatma – shkiv diametri 260 mm – val – VI;

Jin ishchi agregatning matematik modelini tuzish uchun ikkinchi pog'onali Lagranj tenglamalaridan foydalaniladi [2,6,7].

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\varphi}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial \varphi_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\varphi}_i} + \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_i} = Q_i \quad (2.6)$$

bu yerda T – aylanuvchi ishchi organlar mexanizmlarining kinetik energiyasi;

P - aylanuvchi ishchi organlar mexanizmlarining potensial energiyasi;



2.2-rasm. 4DP-130 rusumli arrali jin kinematik sxemasi

F – Releya ning dissipativ kuchi;

φ_i - umumlashtirilgan koordinat;

$\dot{\phi}_i$ - umumlashgan tezlik;

Q_i - umumlashgan kuch.

Bu sistema uchun kinetik energiyani quyidagicha yozamiz:

$$T = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n j_i \dot{\phi}_i^2,$$

bu yerda j_i - ishchi organlar aylanuvchi massasi inersiya momenti;

$\dot{\phi}_i$ - ishchi organlar mexanizmlari aylanuvchi burchakli tezligi.

Sistemaning potensial energiyasi quyidagicha:

$$\Pi = \frac{1}{2} c_1 (\varphi_\delta - \varphi_n)^2,$$

bu yerda s_1 - ishchi organlar elektr dvigatel qismlari mustahkamlik koeffisienti;

$\varphi_\delta, \varphi_n$ - ishchi organlar elektr dvigatel vali burchakli siljishi.

Releyanning dispativ funksiyasi:

$$\Phi = \frac{1}{2} b_1 (\dot{\phi}_\delta - \dot{\phi}_n)^2,$$

bu yerda b_1 - ishchi organlar elektr dvigatel qismlaridagi qarshilik;

$\dot{\phi}_\delta, \dot{\phi}_n$ - ishchi organlar elektr dvigateli vali tezligi.

Lagranj tenglamasi aniqlovchilarini topish:

a) mustaqil quzg'atish bo'yicha-

$$\frac{\partial T}{\partial \phi_i} = 0; \quad \frac{\partial \Pi}{\partial \varphi_1} = c_1 (\varphi_\delta - \varphi_n);$$

b) koordinat tezligi bo'yicha xususiylashtirish -

$$\frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}_i} = j_i \dot{\phi}_i; \quad \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{\phi}_1} = b_1 (\dot{\phi}_\delta - \dot{\phi}_n);$$

v) vaqt bo'yicha differensiallash -

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{\phi}_i} \right) = j_i \ddot{\phi}_i;$$

g) kuchlarni umumlashtirish-

$$Q_1 = M_\delta; \quad Q_2 = M_c,$$

bu yerda M_δ, M_c - harakatlanuvchi qarshilik momenti.

Yuqoridagi (2.1) ifoda qo'yib, aniqlangan qismlar Lagranch tenglamalari buyicha jin har bir ishchi qismlari harakatning differensial tenglamalari tuziladi.

1. Arrali silindr elektr dvigateli (2.3-rasm).

$$\left. \begin{aligned} j_{\partial} \ddot{\varphi}_{\partial} &= M_{\partial} - b(\dot{\varphi}_{\partial} - \dot{\varphi}_{n\epsilon}) - c(\varphi_{\partial} - \varphi_{n\epsilon}) \\ j_{n\epsilon} \ddot{\varphi}_{n\epsilon} &= b(\dot{\varphi}_{\partial} - \dot{\varphi}_{n\epsilon}) + c(\varphi_{\partial} - \varphi_{n\epsilon}) - M_c \end{aligned} \right\}, \quad (2.7)$$

bu yerda j_d, j_{pv} – arrali silindr vaznni aylantirish inersiyasi, $N \cdot m \cdot s^2$;

$\varphi_{\partial}, \varphi_{n\epsilon}$ - arrali silindr vaznni aylantirishda burchakli siljish, rad ;

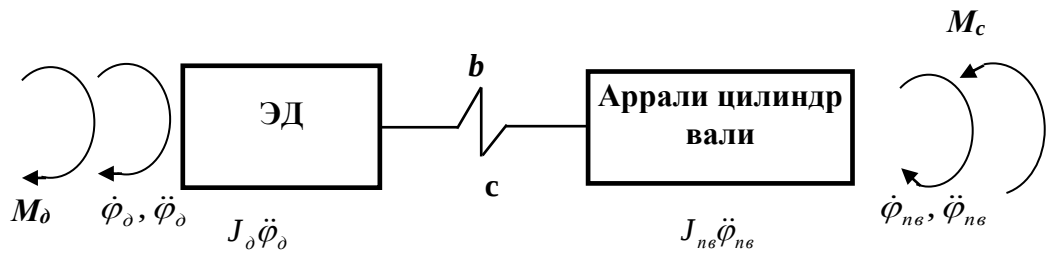
$\dot{\varphi}_{\partial}, \dot{\varphi}_{n\epsilon}$ - arrali silindr vaznni aylantirishda burchakli tezligi, s^{-1} ;

$\ddot{\varphi}_{\partial}, \ddot{\varphi}_{n\epsilon}$ - vaznni aylantirishda burchakli tezlanishi, s^{-2} ;

b - arrali silindr vali muftasiga tushadigan qarshilik, $N \cdot m \cdot s/rad$;

c – arrali silindr vali muftasining qattiqligi koeffisienti, $N \cdot m/rad$;

M_d, M_s – arrali silindrni valini quzg'atavchi momenti va qarshilik momenti, $N \cdot m$.



2.3-rasm. Arrali silindr dinamik modeli

2. Ishchi kamerani ko'tarish mexanizmi elektr dvigateli (IKTM) (2.4-rasm).

$$\left. \begin{aligned} j_{\partial} \ddot{\varphi}_{\partial} &= M_{\partial} - b(\dot{\varphi}_{\partial} - i\dot{\varphi}_{p\kappa}) - c(\varphi_{\partial} - i\varphi_{p\kappa}) \\ j_{p\kappa} \ddot{\varphi}_{p\kappa} &= ib(\dot{\varphi}_{\partial} - i\dot{\varphi}_{p\kappa}) + ic(\varphi_{\partial} - i\varphi_{p\kappa}) - M_c \end{aligned} \right\}, \quad (2.8)$$

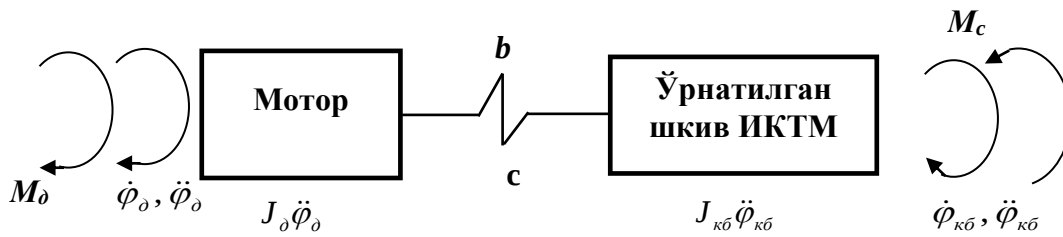
bu yerda j_d, j_{rk} – ishchi kamera va ta'minlagich mexanizmi (IKTM)ni aylantiruvchi shkivdagi inersiya momenti, $N \cdot m \cdot s^2$;

$\varphi_{\partial}, \varphi_{p\kappa}$ - IKTM vazni aylanishi burchakli siljishi, rad ;

$\dot{\varphi}_{\partial}, \dot{\varphi}_{p\kappa}$ - IKTM vazni aylanishi burchakli tezligi, s^{-1} ;

$\ddot{\varphi}_{\partial}, \ddot{\varphi}_{p\kappa}$ - IKTM vazni aylanishi burchakli tezlanishi, s^{-2} ;

b - IKTM remeniga tushadigan qarshilik koeffisienti, $N \cdot m \cdot s/rad$;



2.4 rasm. IKTM dinamik modeli

s – IKTM remeni qattqlik koeffisienti, $N \cdot m/rad$;

i – uzatish koeffisienti;

M_d , M_s – IKTM harakat momenti va qarshilik momenti, $N \cdot m$.

3. Qoziqli baraban elektr dvigateli (2.6-rasm).

$$\left. \begin{aligned} j_\delta \ddot{\varphi}_\delta &= M_\delta - b(\dot{\varphi}_\delta - i\dot{\varphi}_{\kappa\bar{\delta}}) - c(\varphi_\delta - i\varphi_{\kappa\bar{\delta}}) \\ j_{\kappa\bar{\delta}} \ddot{\varphi}_{\kappa\bar{\delta}} &= ib(\dot{\varphi}_\delta - i\dot{\varphi}_{\kappa\bar{\delta}}) + ic(\varphi_\delta - i\varphi_{\kappa\bar{\delta}}) - M_c \end{aligned} \right\}, \quad (2.10)$$

bu yerda j_d , j_{kb} – qoziqli baraban aylangandagi inersiya momenti, $N \cdot m \cdot s^2$;

φ_δ , $\varphi_{\kappa\bar{\delta}}$ - qoziqli baraban aylangandagi vazni burchak tezligi, rad ;

$\dot{\varphi}_\delta$, $\dot{\varphi}_{\kappa\bar{\delta}}$ - qoziqli baraban aylangandagi vazni burchak tezligi, s^{-1} ;

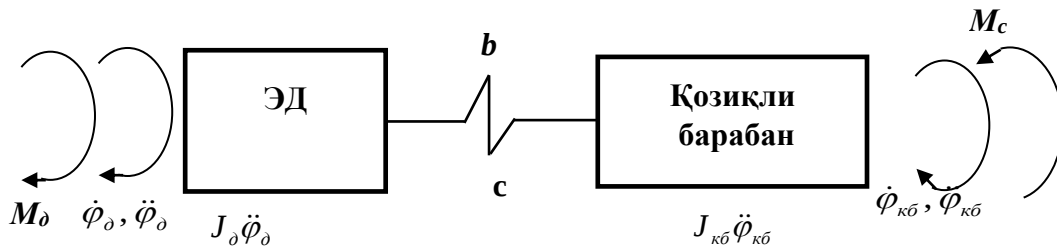
$\ddot{\varphi}_\delta$, $\ddot{\varphi}_{\kappa\bar{\delta}}$ - qoziqli baraban aylangandagi vazni burchak tezlanishi, s^{-2} ;

b – qoziqli baraban remeniga tushadigan qarshilik koeffisienti, $N \cdot m \cdot s/rad$;

s - qoziqli baraban remeni qattqlik koeffisienti, $N \cdot m/rad$;

i - uzatish koeffisienti;

M_d , M_s - qoziqli baraban qo'zg'atish momenti va qarshilik momenti, $N \cdot m$.



2.6-rasm. Qoziqli baraban dinamik modeli

4. Ta'minlash valigi elektr dvigateli (2.10-rasm).

$$\left. \begin{aligned} j_\delta \ddot{\varphi}_\delta &= M_\delta - b(\dot{\varphi}_\delta - i\dot{\varphi}_{n\bar{\delta}}) - c(\varphi_\delta - i\varphi_{n\bar{\delta}}) \\ j_{n\bar{\delta}} \ddot{\varphi}_{n\bar{\delta}} &= ib(\dot{\varphi}_\delta - i\dot{\varphi}_{n\bar{\delta}}) + ic(\varphi_\delta - i\varphi_{n\bar{\delta}}) - M_c \end{aligned} \right\}, \quad (2.11)$$

bu yerda j_d, j_{pv} – elektr dvigatel inersiya momenti va mahkamlangan shkivga beradigan enersiya momenti, $N \cdot m \cdot s^2$;

φ_o, φ_{ne} - ta`minlash valigi vaznini aylantirishda burchakli siljish, rad ;

$\dot{\varphi}_o, \dot{\varphi}_{ne}$ - ta`minlash valigi vaznini aylantirishda burchakli tezlik, s^{-1} ;

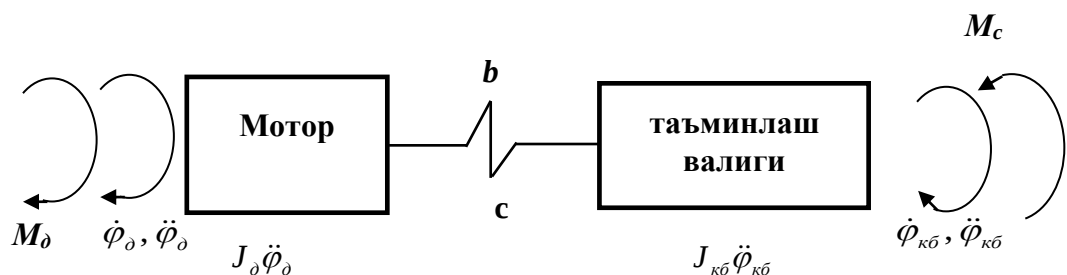
$\ddot{\varphi}_o, \ddot{\varphi}_{ne}$ - ta`minlash valigi vaznini aylantirishda burchakli tezlanish, s^{-2} ;

b - remeniga tushadigan qarshilik, $N \cdot m \cdot s/rad$;

s – remen qattiqligi koeffisienti, $N \cdot m/rad$;

i – o`tkinchi ta`sirlar;

M_d, M_s – ta`minlash valigi quzg`alish momenti va qarshilik momenti, $N \cdot m$.



2.7-расм Таъминлаш валиги динамик модели

Bunday hollarda, paxtaga dastlabki ishlashda va texnologik mashinalari uchun normal funksiyalashgan elektr dvigatel mexanizmlari buzilmasdan ishlashi muhim rol o`ynaydi. Bular agregatlar qoidasi buzilishi manbai hisoblanadi. Shuning uchun agretalarning har bir qismlarining muqobil ishlashini ta`minlashda ishchi qismlarni diagnostika qilish ishlarini amalga oshirish, ularni mustahkamlika tekshirish ishlarini ham amalga oshirish muhim jihatlardan biri hisoblanadi.

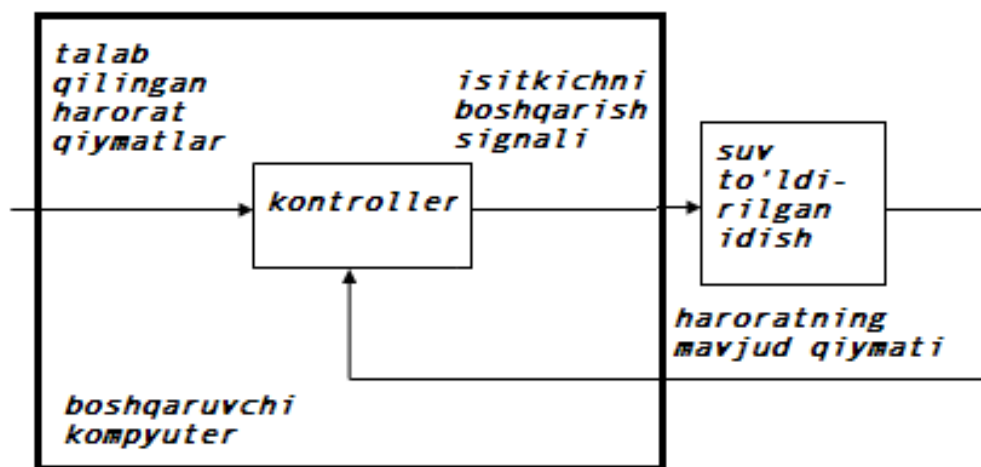
III BOB. TEXNOLOGIK JARAYONLARNI RAQAMLI AVTOMATIK BOSHQARISHNING TAHLILI.

3.1. Raqamli boshqarish tizimining xususiyatlari

Harorati doimo bir xil saqlanishi kerak bo'lgan, suyuqlik to'ldirilgan katta idishni ko'rib chiqamiz. Bu misolda hamma signallar analogli, chunki haroratning o'zgarishi uzlusiz tekshirib turiladi.

Unda chiqishdagi kuchlanishlar, mavjud bo'lgan haroratga proporsional bo'lganligi uchun harorat datchiklar yordamida o'lchanadi. Qiymatlar davriy, masalan, har sekunda kompyuterga yangi qiymatlar kelib tushadi va talab qilingan kompyuter xotirasidagi qiymatlar bilan solishtiriladi. Isitish va sovutish qiymatlari talab qilingan va o'lchangan qiymatlar orasidan tanlab olinadi.

Qurilma ijrochi mexanizmdan chiqayotgan jarayonga uzluksiz ta'sir qiluvchi, kirish qismidagi boshqaruvchi signalni turini o'zgartiradi. Suvuq suv va bug' truba quvurlari haroratini isitkich yordamida rostlash mumkin. Birinchi boshqariluvchi jarayon isitkichni yoqiladigan vaqtdir. Ikkinchi boshqariluvchi jarayon truba

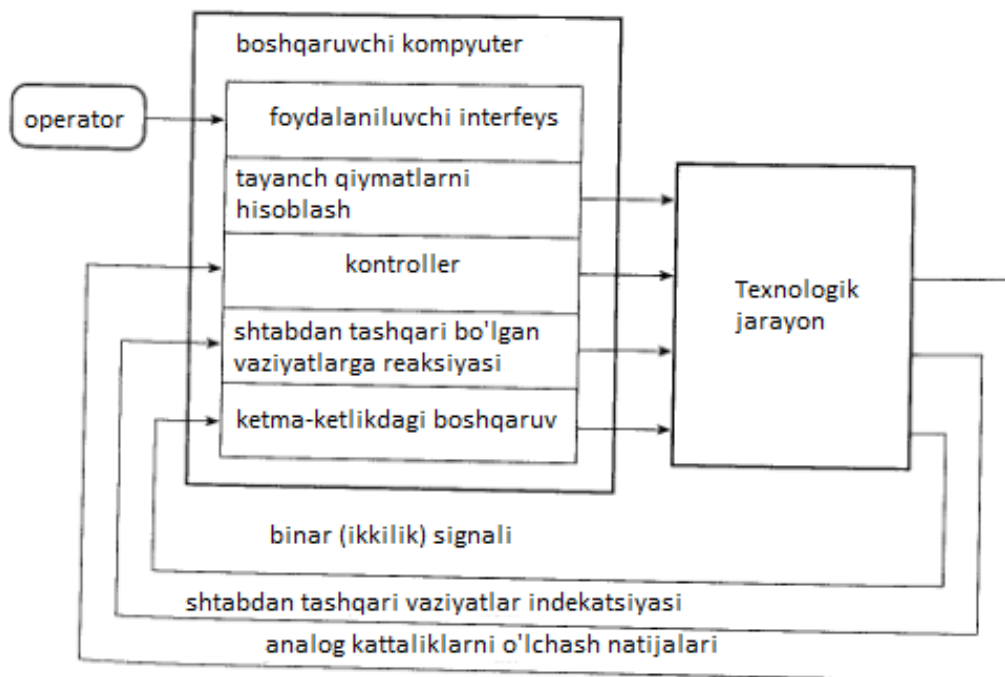


3.1-rasm. Oddiy boshqaruv konturi - haroratning rostlash tizimi.

Temperatura rostlagichi boshqariluvchi konturning bir nechta asosiy xususiyatlarini namoyish qiladi. Temperatura chastota bilan o'lchanishi kerak. Doimiy jarayon vaqti yordamida aniqlanadi. Agar suv solingan idishning harorati yuqori bo'lsa, doimiy vaqt nisbiy ahamiyat kasb etadi. Aksincha, agar suv solingan

idishning hajmi katta bo'lmasa, isitish uskunasi kuchli bo'lsa, jarayonning doimiy vaqti kam va tizim boshqaruvi yetarli darajada tez-tez haroratni o'lchab turishi va olingan natijaga qarab isitish uskunasini yoqishi yoki o'chirishi kerak. Tizimni raqamli boshqaruvini loyihalashda uning asosiy dinamik xarakteristiklari hisobga olinishi lozim. [6.7.8].

Yuqorida keltirib o'tilgan misol tizimlar boshqaruvida e'tiborga olinishi zarur bo'lgan xususiyatlar yoritilgan. Boshqarilayotgan texnologik jarayon muammoning faqatgina bir qismini namoyish qiladi. Boshqa qismi esa boshqaruvchi kompyuterdir. Sistema boshqaruvi faqatgina yuqorida keltirilgan texnologik jarayonlarda mavjud bo'lgan ketma-ketliklarni aniqlanishi va boshqaribgina qolmasdan bir qancha qo'shimcha funksiyalarni bajarishi kerak. Masalan, shtatda bo'lmagan ajratishi va ularga adekvat javob berishi kerak. Bulardan tashqari u ish ma'lumotlarini yeg'ishi, statik parametrlarni hisoblashi, operator uchun ma'lumotlarni ko'rsatishi va ularni buyruqlarini bajarishi kerak. Texnologik jarayonda tizim boshqaruvining bundan ham muhim bo'lgan vazifalari 3.2- rasmda keltirilgan.



3.2-rasm. Vazifalar, kompyuterda yechiladigan boshqaruvchi jarayon.

Loyihani ishlab chiqishda boshqaruv faqatgina zarur bo'lgan hisoblash resurslarini aniqlabgina qolmasdan, texnologik jarayonlardagi talablarni ham

bajarilishi kerak. Sistemani boshqarishdagi asosiy talablari: boshqarish tizim resurslari boshqarish maqsadi va boshqaruv tizim parametrlari bo'lishi kerak.

3.1-jadval

Tizimdagi boshqarilayotgan texnologik jarayonlarning qaroriga ta'sir qiluvchi xususiyatlar

Texnik jarayon xarakteristikasi	Boshqarilayotgan tizim loyihasiga mos keluvchi komponentlar
Vaqt masshtabi	Dinamik tizimlar, tizim modeli Chastota o'lchovi Boshqarilayotgan ta'sirlar chastotasi Apparat vositalariga bo'lgan talablar Dasturiy ta'minotlarga bo'lgan talablar
O'zgaruvchi jarayon turlari	O'lchov apparatlari, datchiklar Chastota o'lchovi
G'alayonlar o'lchovi	Filtrlash Qayta ishlash ko'rinishlari
Tizim boshqaruvi	Boshqaruvning apparat vositalar Ijrochi mexanizm
Tizimning qiyinlik darajasi	Boshqaruv strategiyasi Kirish va chiqish signallarining o'zaro bog'liqligi Boshqarish algoritmi Apparat vositalariga bo'lgan talab Dasturiy ta'minotga bo'lgan talab Operatsion tizim, dastur tili Kommunikatsiyaga bo'lgan talab

O'lchashlar natijasida olingan ma'lumotlar talab qilingan darajada jarayonning dinamikasini aniq ko'rsatilishi kerak. Bunda asosiy muhimlik

chastota tanlashga bog'liq bo'lgan yangi davriy o'lchashda olingan ma'lumotlardir. Uning aniqlanishi qiyin vazifadir.

Tanlangan yuqori chastota o'zining ortidan kompyuterning katta kuchlanishiga olib keladi. Chunki kompyuterda ko'p ma'lumotlarni qayta ishlashi kerak. Ko'p hollarda masala ma'lumotlar yeg'ish uchun ketadigan iqtisodiy xarajatlar ham kop'rib chiqilishi mumkin. Masalan, kimyoviy reaksiyalarni tarkibini o'zgartirish uchun ketadigan xarajatlar .Shunga ko'ra texnologik jarayonlardagi boshqarilayotgan parametrlaridagi muhim o'zgarishlarni aniqlash uchun kerak bo'ladigan yuqori chastotali o'lchovlarni kamaytirishga harakat qilish lozim. Boshqacha qilib aytganda, xarajatlar bilan olib borilayotgan o'lchovlar orasida murosasiz yuzaga keltiriladi. Bu ish axborotlarni bir qismini yo'qolishiga olib kelishi mumkin.

Kompyuter zagrulkasi o'lchov chastotalari va o'lchashlar orasidagi vaqtlarga ta'sir qiladi. Bu esa o'z navbatida bir qancha muammolarni keltirib chiqaradi.

O'lchashdagi barcha signallar o'zida muhim axborotlar bilan birgalikda yana g'alayonlarni ham saqlaydi. Natijada tebranishlar yoki g'alayonlar va datchiklarning yetishmasligi oqibatida natijalar bir-biriga yaqin qiymatlarda bo'ladi. Datchikdan olingan natijalar elektr simi orqali kompyuterga uzatilayotganda elektrmagnit g'alayonlari natijasida qiymatlar buzilishi mumkin.

Hayotiy tajribalar ko'rsatishicha, signallarni filtrlash axborotlarni olishning muhim vositasi hisoblanadi. Agar stol atrofida o'tirgan odamlar baravar gapirishni boshlashsa, mikrafon har xil ovozlarni to'plamini vujudga keladi. Bu yozuvdan foydali ma'lumotlar olib bo'lmaydi. Shunga qaramay odam qulog'i yozuvni filtrlab, o'ziga kerak bo'lgan ma'lumotlarni ajratib oladi. Huddi shunday ishni biz o'lchashdan olinayotgan ma'lumotlarni filtrlash orqali amalga oshiramiz.

Filtr shunday qurilmakini, kelayotgan signalni qayta ishlab, undagi berilgan me'zonga mos keluvchi axborotni ajratib oladi. Ko'rinib turibdiki, filtr foydali ma'lumotlarni o'tqazib yuboradi va kerak bo'lmagan ma'lumotlarni o'tqazmaydi. Filtrlar analogli yoki raqamli texnologiyalar bilan ishlashi mumkin.

Datchiklar aniq ishlasa ham, ma'lumotlar g'alayonlarsiz uzatilayotgan bo'lsa ham, ular bizni qiziqtirayotgan jarayon parametrlarini adekvatna uzatilmaydi. Masalan, chayqalish natijasida suyuqlik sathi aniq bo'lmaydi. Tarkibi esa bir xil bo'lmaydi.

Texnik jarayonning murakkablik sathi boshqariluvchi kompyuterning konfiguratsiyasida namoyish bo'ladi. Datchiklar va ijrochi mexanizm ko'pligi kirish – chiqish portlari sonini aniqlaydi. Ularning ko'pligi esa kuchliroq protsessor, katta operativ va tashqi xotira talab qiladi.

Jarayonning ichki o'zgarishlari orasidagi aloqa kiruvchi va chiquvchi ma'lumotlar rostlagichning ta'minlash dasturi murakkabligini aniqlab beradi. Real vaqt dasturlari oddiy dasturlarga nisbatan qiyinroq analiz qilinadi. Shuning uchun ham natijalar kodi, yaxshi tuzilgan bo'lishi kerak. Ana shunda qiymatlardagi xatoliklarni tezroq chiqarib tashlash mumkin.

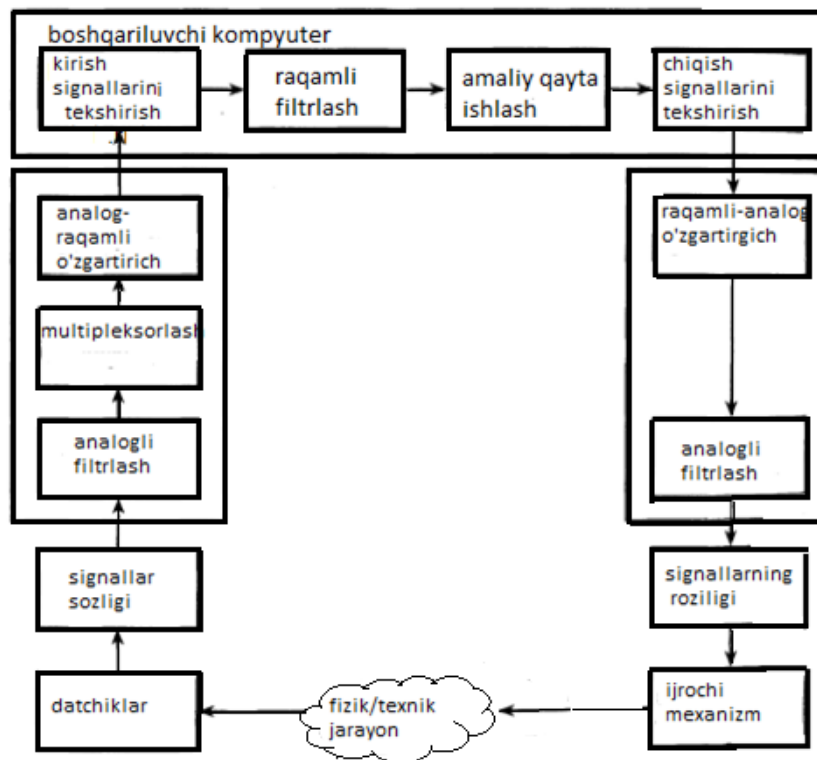
3.2. Analog signallarni diskretlash

Kompyuter interfeysiga kirib chiquvchi funksional tarkibiy qismlar 3.3-rasmda keltirilgan.

Datchikdan chiqqan signal kompyuter qayta ishlaniishi uchun filtrlangan va tashqi g'alayonlardan tozalangan bo'lishi kerak. Eng asosiysi kabellardan ma'lumotlar o'tayotganda paydo bo'ladigan yuqori chastotali shovqinlarni yo'qotish kerak. Filtrlangan o'lchov signallari multipleksorda yeg'iladi. Bu qurilma bir necha kirish va bitta chiqishga ega. Multipleksorning asosiy vazifasi tizimning umumiy qiymatini bitta qurilmada qayta ishlash uchun kamaytirib bo'ladi. Chunki multipleksordagina hamma qiymatlar uchun kirish yo'llari mavjud. Analog signallarni raqamli signallarga aylantirish uchun analog raqamli o'zgartirgich (ARO')dan foydalaniladi.

Tanlash sxemasi va tanlangan signal faqatgina diskretlash intervali va tanlangan vaqt momenti orasidagi doimiy chiqish signalini xotirada saqlaydi. Keyingi kompyuterda qayta ishlash uchun o'lchangan qiymatdan olingan

ma'lumot tarkibini qo'shimcha tekshirish kerak. Bundan maqsad esa olingan ma'lumot fizik jarayonga mos kelish kelmasligiga ishonch hosil qilishdir.



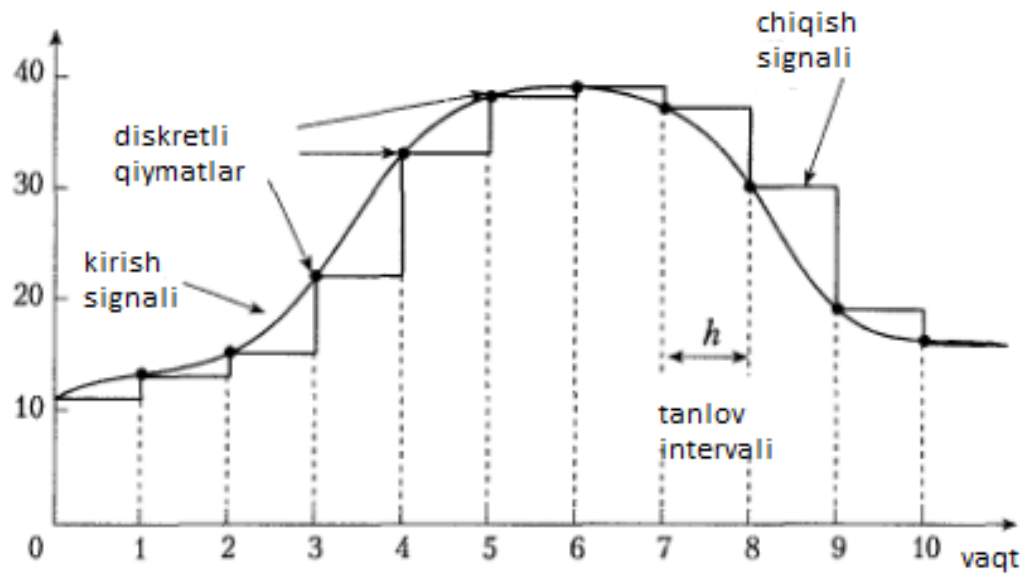
3.3-rasm. “Boshqaruvchi kompyuter - jarayon” tizimning kirish/chiqish sxemasi.

Kompyuter analogli signallarni to'xtovsiz hisoblay olmaydi. Faqat ma'lum vaqtlardagina signallarni tanlaydi. Shuning uchun kompyuterda signallarni olish mantiqlar ketma-ketligi ko'rinishida qabul qilinadi.

Diskretlash (*sampling*) – tanlov, kodlash otsifrofka, kvantlash – faqat vaqtning ma'lum bir momentidagi signalni hisoblashni amalga oshiradi. Bu jarayon kompyuterda maxsus sxema ko'rinishida aks etadi. Diskretlash multipleksorlash va analog raqamli o'zgartirishni o'z ichiga oladi. Bu operatsiyalar maxsus taymer yordamida sinxronizatsiyalanadi.

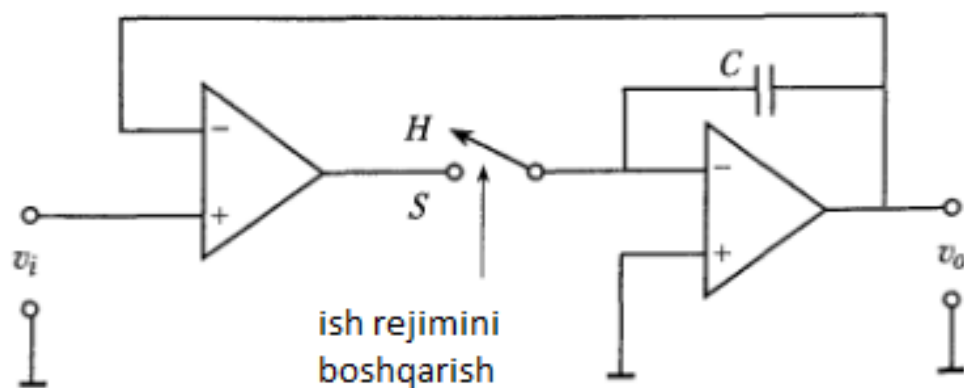
Aslida diskretlash juda tez yuzaga keladi. Analog raqamli o'zgartirishda kirish signalida hech qanday almashtirish bo'lmasligi kerak. Bu o'z navbatida raqamli chiqishga ta'sir qiladi. Yuqoridagilar tanlash va saqlash (*sampl-and-hold*) ni tashkil qiladi. Diskretlashning har bir siklida analogli signalning har bir intervalni boshlanishidan hisoblanish boshlanib, ARO'ning hamma vaqti oxirigacha saqlanib qoladi. Bu operatsiya nollanish tartibi bed nomlanadi (12-

rasm). Bunday yondashuv modellashtirishning noxiziqli sistemalarida ishlatilgan va vaqt bo'yicha diskretlashda uzluksiz tizimdan foydalaniladi.



3.4-rasm. No'llik qatori bilan ushlanishli analogli signalni diskretlash.

Tanlash va saqlash sxemasi (*sample-and-hold circuit*) 2.5-rasmda ko'rsatilgan. Uning ishlashi kalit orqali boshqariladi. Tanlash vaqtida (*s-sample*) kalit qisqa tutashadi va C kondensator kirish signalining kuchlanishigacha zaryad oladi. Ideal voqea vaqti doimiy va o'sha vaqtdagi oxirgi chiqish qiymatiga teng bo'ladi. Bu paytda kalit quluflangan payt bo'ladi.



3.5-rasm. Yagona kuchaytirgichli tanlash va saqlash sxemasi.

Tanlash rejimida (*s-sample*) chiqish signalining amplitudasi kirish signalining bir onli qiymatiga teng $v_o = v_i$. Ushlab qolish rejimi (*H-hold*) chiqish

signali doimiy va zanjir tanlash rejimida bo'lgan paytidagi oxirgi chiqish qiymatiga teng.

Diskretniy signal diskretlash intervalining taxminan yarmiga teng. Agar uzluksiz signalga nisbatan diskretlashtirish jarayoni katta boshqaruvchi sistemaning bir qismi bo'lsa, unga to'g'ri keladigan analogli qurilmaning raqamli rostagichning turg'unlik diapazonini fazoviy orqada qolib ushlanishida va butun sistemaning kechikishiga olib keladi. [8].

Analogli signalni diskretlash intervalini to'g'ri aniqlash juda muhim. Chiqish signalining analogli kirishning o'zgarishini aniq tushuntirish uchun diskretlashtirish intervali h yetarli darajada qisqa bo'lishi kerak. Teoreyaga ko'ra, diskretlash chastotasi signalni yuqori tarkibli o'zgartirish chastotasidan ikki marta yuqori bo'lishi kerak (Fur'e analizi yordamida chastota komponentlari aniqlanadi). Agar diskretlashtirish intervali juda katta bo'lsa, tanlash chastotasi juda kam bo'ladi. Kompyuter esa signalning kirish rasmini noto'g'ri oladi. Shu o'rinda juda kam interval bo'lsa, tanlash chastotasi yuqori bo'ladi. Bu holatda esa boshqariluvchi kompyuter juda ko'p hisoblashlarni bajaradi. Bulardan tashqari, kompyuter qanchalik tez ishlasa shunchalik qimmat bo'ladi.

Tanlovdan keyin kirish signali haqida keying tanlovgacha hechnarsa aniq bo'lmaydi. Kirish signali yetarli darajada o'zgarishga ulgurmasliogi uchun diskretlash vaqti yetarli darajada qisqa bo'lishi kerak. Boshqacha aytganda, keyingi diskret signaldan analogli signalning qayta tiklanishi uchun tanlov chastotasi yetarli bo'lishi lozim. Ko'rinib turibdiki, chastotasining quyi chegarasi jarayonning dinamikasi bilan bog'liq. O'lchovchi signal qanchalik tez bo'lsa, birinchi fizik kattalik ham vaqt bo'yicha o'zgaradi.

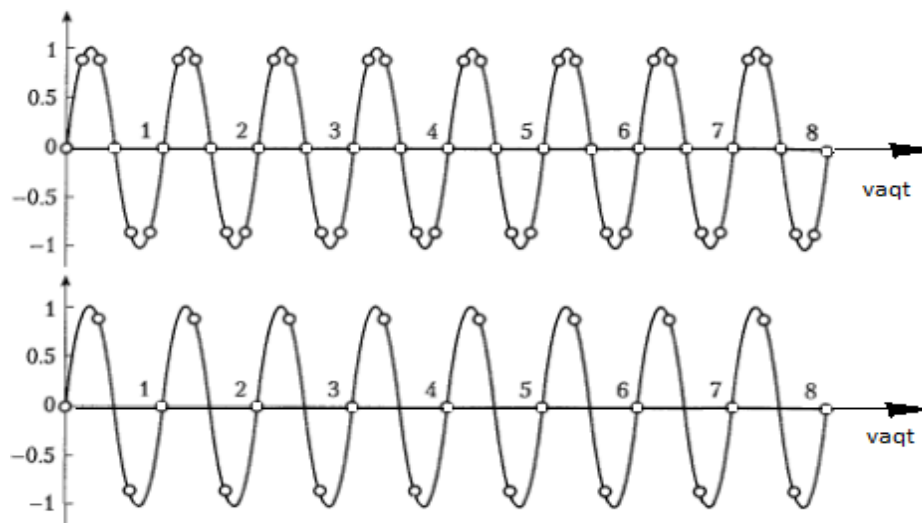
Diskretlashtirishning asosiy vazifasi keying signalni qayta ishlash uchun yetarlicha ma'lumot yeg'shdir. Masalan, kerakli chiqish signallarini generatsiyalash uchun teskari bog'langan boshqaruvchi tizim kerak bo'ladi.

Diskretlash intervalini tanlash keying mavzda yoritilgan. Oddiyroq tushuntirish uchun bu yerda sinusoidal signal misol qilib olingan. Hamma signallarni garmonik signal ko'rinishida joylashtirish mumkin. Masalan, Fure shakl

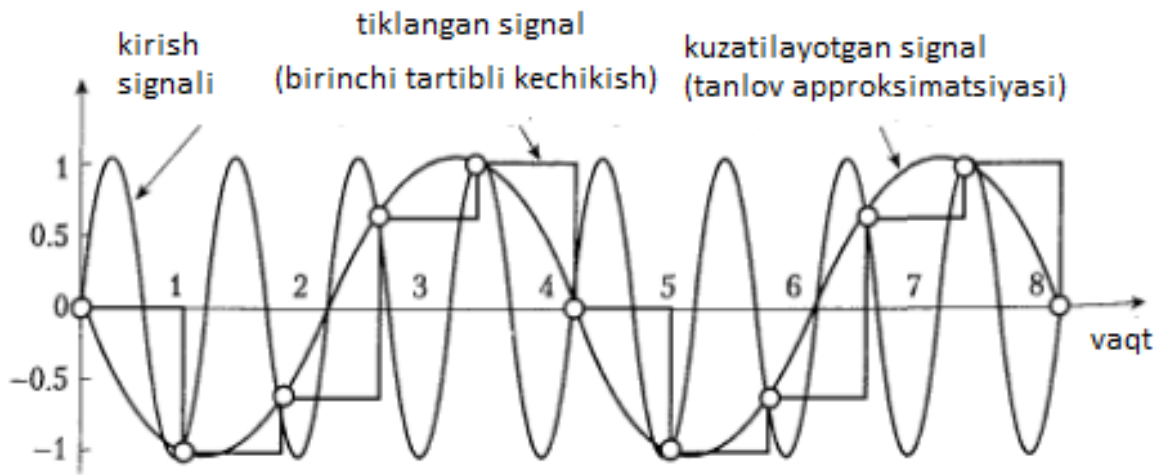
o'zgartirish yordamidagi keying ma'lumotlar istalgan analogli signallarga tegishlidir.

f chastotaga ega bo'lgan analogli sinusoidal signalni ko'rib chiqamiz. Bu signal f_s chastota bilan diskretlanadi. Agar chiqish signali vaqtida tanlov olti marta tanlanadi va uning shakli tekis va egri bo'ladi. Agar bu nuqtalar birlashtirilsa, kuzatilayotgan chastotaga f_o chiqish chastotasi f dan farq qiladi. Vaqt davomida faqat uch marta tanlansa, natijada paydo bo'layotgan egri chiziqli chiqish signali haqida aniqroq tasavvur beradi. Shunday bo'lsada, kuzatilayotgan chastota f_o haliyam f chastotaga teng.

Agar kirish signali davrda faqat $5/4$ marta diskretlansa ham bunga mos keladigan tekis egri chiziqli sinusoidal bo'ladi, ammo kuzatilayotgan chastota f_o va haqiqiy f chastotadan kichik. Kuzatilayotgan yolg'on chastota tanlov chastotasi $5f/4$ va haqiqiy chastota f orasidagi farq. Bu yolg'on yoki o'xshash chastota soxta chastota (*alias frequency*) deyiladi.



3.6-rasm. Agar sinusoidal signal davr ichida 6 yoki 3 marta diskretlansa, kuzatilayotgan chastota haqiqiy chastotaga teng.



3.7-rasm. Agar sinusoidal signal 4 davrda 5 marta diskretlansa, kuzatilayotgan sinusoidal signal boshlang'ich chastotaga nisbatan ancha past chastotada bo'ladi.

Keyingi effektни belgilaymiz: agar tanlov chastotasi chiqish signalining tashkil qiluvchilaridan juda kam bo'lsa, tiklangan signalda aldov chastota paydo bo'ladi. Aldov chastotasi f_s va haqiqiy chastota f orasidagi farq kuzatuvchi chastota f_o hisoblanadi:

$$f_o = f_s - f \quad (3.1)$$

Tanlov chastotasi yetarli darajada yuqori bo'lib turgan vaqtda va $f_s > 2f$ shart bajarilguncha, tiklangan signal chiquvchi signalga teng bo'ladi. $f_s \leq 2f$ tengsizlik qanoatlanganida kuzatilayotgan chastota to'g'ri chiziqli bo'ylab kamayadi va $f = f_s$ bo'lganda esa nolga teng bo'ladi. Agar davr ichida bitta tanlov bajarilsa, chiqish signali har doim bitta fazada tanlanadi va bir xil qiymat olinadi. Boshqacha qilib aytganda, kuzatilayotgan chastota nolga teng bo'ladi. Kuzatilayotgan (qayta tiklangan) va haqiqiy chastota arra sifat ko'rinishga ega bo'ladi:



3.8-rasm. Kuzatilayotgan chastota f_o chastota huddi haqiqiy chastota f ga o'xshab tanlov chastotasi f_s ga teng bo'lib, sinusoidal signalda qanday shaklga ega bo'lsa, shunday shaklga ega bo'ladi. $f/f_s < 0.5$ va $f_s > 2f$ shartda esa kuzatilayotgan chastota haqiqiy chastota qiymatiga teng.

f_s tanlov chastotasi va f chiqish chastotasi diskret qiymatning oxirini qayta tiklab bo'lmaydi. Chegaraviy chastota Naykvist chastotasi (*Nyquist frequency*) deb nomlanadi:

$$f_N = 2f \quad (3.2)$$

Agar analogli signal o'zida $f_N/2$ dan yuqori bo'lgan hohlagan chastotani saqlaydi. Bu yuqori chastotali komponentlar ketma-ketliklarda paydo bo'ladi. Doimiy chastotani hosil bo'lmasligi uchun eng yuqori signalning komponentlari tanlov chastotasini ikki baravar ortganini o'zi yetarli. Bu esa *diskretlash teoremasi* (*sampling theorem*) deyiladi.

Amaliyotda tanlov chastotasi Naykvist chastotasidan katta bo'lishi kerak. Teoroma tahminlarga asoslanadi. Chunki chiqish signali davriy va belgilanmagan vaqtda diskretlanadi. Aslida real sistemalarda bunday emas, axborot yeg'ish uchun tanlov chastotasi yuqori bo'lishi kerak. [9.10].

Odatda analogli signal yuqori chastotali g'alayonlarni saqlaydi. Shuning tanlov chastotasi chiqish signalidagi yuqori tashkil etuvchilardan aniqlanishi kerak. Naykvist chastotasining yarmidan oshadigan chastota signaldan diskretlashdan oldin o'chirilishi kerak. Unday qilinmasa bu chiqish signalida davriy chastota sifatida paydo bo'ladi. Bu prinsipga ko'ra, bizni qiziqtirayotgan chastota Naykvist chastotasining yarmidan ham kam bo'lishi kerak. Yuqori chastotali komponentlarni past chastotali analog filtr yordamida o'chirish mumkin.

3.3. Raqamli rostlagichlar va algoritmlar

PID rostlagichining ishlashidagi juda ko'p turli faktlarni e'tiborga olish kerak. Eng avvalo rostlagichning diskret modelini ishlab chiqish va unga mos keluvchi tanlov chastotasini aniqlash kerak. Rostlagichning chiqish kattaligi amplitudasi haqiqiy bo'lishi kerak, chunki uning uchun yo'l qo'ysa bo'ladigan qiymatlar maximum va minimum oraliqda bo'ladi. Bu chegaralar amalga oshirish va eksplutatsiya qo'shimcha muammolarni keltirib chiqaradi. Ko'p ilovalarda faqat chiqish signallari chegaralangan bo'lishi kerak, ammo ishchi mexanizmlarning fizik imkoniyatlaridan kelib chiqqan holda tezligini o'zgartirish ularning vaqtidan

oldin haddan tashqari yeyilib ketishiga yo'l qo'ymaydi. Parametrlarni sozlash avtomatik rejimdan ishchi rejimga o'tqazish, eksplutatsiya shartlarining o'zgarishi rostlanayotgan jarayonning g'alayonlanishiga olib kelmasligi kerak. Hamma shunday muammolar ana shu bo'limda ko'rib chiqilgan. [11.12].

Rostlagichlarni analogli texnologiyalar asosida operatsion kuchaytirgichlar bazasida yaratilishi uni yaxshi tarqalishiga yordam beradi. Bu bilan u mikroprotsesorga asoslangan raqamli qurilmalarga kiradi. Hamma rostlagichlar bir xil ko'rinishga ega bo'lib katta bo'lmagan chidamli g'ilofga o'rnatilgan bo'ladi. G'iloflar sanoatda o'rnatiladi.

Raqamli texnologiyalar juda ko'p qulayliklarga ega bo'lishiga qaramay, analogli ko'rinishlar haligacha o'z o'rnini saqlab kelmoqda. Analogli qurilmalar raqamli yechimlar uchun asos bo'lib xizmat qiladi. Raqamli rostlagichlarning afzalligi shundaki, u aloqa kanallarini bir-biriga ulab, ma'lumot almashishiga yordam beradi. Ushbu bo'limda PID rostlagichi uchun dastur misol qilib keltirilgan. [13].

Analogli rostlagichni programmali amalga oshirish uchun eng avvalo uning diskret modeli kerak bo'ladi. Buning uchun esa yuqorida yotitilgan past va yuqori chastotali analogli filtrlar va ularni raqamliga o'zgartirish usullaridan foydalanamiz.

Agar rostlagich boshidan analogli ta'riflanadi. Keyin esa uning diskret modeli quriladi. Yetarli bo'lmagan kichik tanlov intervallarda vaqt bo'yicha olingan xosilalar oxirgi har xillik bilan almashtiriladi. Hozirgi holatda ham shunday yondashuv qo'llaniladi.

Jarayonning ciqish kattaligi xatosi har bir tanlov uchun hisoblanadi:

$$e(kh)=u_c(kh)-y(kh) \quad (3.3)$$

Tanlov intervali h doimiy deb olinadi. Tanlov intervali mobaynida bo'ladigan, signalning istalgan o'zgarishi hisobga olinmaydi.

Rostlagich algoritmining 2 turi mavjud: pozitsion va ko'payish (ortib ketish).

Pozitsion algoritmda (pozitsion form) boshqariluvchi ijrochi mexanizmdan chiqayotgan signal absolut qiymatni namoyish qiladi. Diskretlangan PID rostlagich quyidagi ko'rinishga ega:

$$u(kh)=u_0+u_p(kh)+u_1(kh)+u_D(kh) \quad (3.4)$$

Xatolik bo'lmasa ham, boshqaruvchi signal noldan farq qiladi va siljishlardan u_0 aniqlash mumkin. [14.15].

Tenglamaga ko'ra rostlagichning proporsional qismi quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$u_p(kh)=K \cdot e(kh) \quad (3.5)$$

Integral quyidagicha approksimatsiyalanadi (yaqinlashtiriladi):

$$u_1(kh)=u_1[(k-1)h]+K \cdot h/T_i \cdot e(kh)=u_1[(k-1)h]+K \cdot \alpha \cdot e(kh) \quad (3.6)$$

doimiyligi bilan esa :

$$\alpha = \frac{h}{T_i} \quad (3.7)$$

Ikkinchi qo'shiluvchi kattaligi kam bo'lsa h va ko'p bo'lsa T_i qiymati juda kichik bo'lishi mumkin.

PID rostlagichining differensial qismida ifoda almashtirilishi quyidagicha:

$$U_D(s) = -K \cdot \frac{T_D \cdot s}{1 + \frac{T_D}{N} \cdot s} Y(s) \quad (3.8)$$

Differensial tenglamada mos kelib, bog'lovchi $u_D(t)$ va $y(t)$ ushbu ko'rinishga ega:

$$\frac{dx_D}{dt} = \frac{N}{T_D} \cdot [-x_D(t) + y(t)] \quad (3.9)$$

$$u_D(t)=K \cdot N \cdot [-y(t)+x_D(t)] \quad (3.10)$$

Qayerda $x_D(t)$ o'zgaruvchan holat deb kiritiladi (buni (3.9) va (3.10) tenglamalarga Laplas qayta o'zgartirishini qo'llab, unda $x_D(t)$ ifodani hisobga olinmaydi).

3.9 tenglamadan olingan xosila har xillikdan orqaga quyidagicha approksimatsiyalanadi (yaqinlashtiriladi):

$$x_D(kh)=\beta \cdot x_D[(k-1)h]+(1-\beta) \cdot y(kh) \quad (3.11)$$

bu yerda

$$\beta = \left[1 + \frac{h \cdot N}{T_D}\right]^{-1} = \frac{T_D}{T_D + h \cdot N} \quad (3.12)$$

Shunga e'tibor berish kerakki, hohlayotgan T_D har xillik orqaga raqamli turg'unlik approksimatsiyalanadi. (3.11) tenglama (3.10) tenglama bilan PID rostlagichning differensial qismini quyidagicha tasavvur qilish mumkin:

$$u_D(kh) = \beta \cdot u_D[(k-1)h] - K \cdot \frac{T_D}{h} \cdot (1 - \beta) \cdot [y(kh) - y[(k-1)h]] \quad (3.13)$$

Keyinchalik esa $0 \leq \beta \leq 1$ ifoda o'rinli. Agar doimiy vaqt T_D bo'lsa, differensial tenglamaning qiymati nolga teng bo'ladi (bunda $N \rightarrow \infty$) $\beta = 0$ bo'lganda differensiallashgan chiqish signalining approksimatsiyasi $\frac{dy}{dt}$ bo'ladi. Agar $T_D=0$ shart bo'lsa, $k\beta = 0$ ga teng. Rostlagichda differensial tuzilma mavjud emas.

Ko'payish (ortib ketish) algoritmi

PID rostlagichining algoritmining alternative yondashuvi uning chiqish signalining o'zgarishini hisoblahdir. Ko'payish algoritmi (*incremental form*)ni ijrochi mexanizm integratorning har xilligi holatlarida ishlatish qulay. Masalan, qadamli dvigatel shunday ijrochi qurilmaga yana ochilishi va yopilishi impulsar yordamida boshqarilib, o'z holatini kiruvchi signallar bo'lmaganda saqlaydigan klavin ham kiradi. [16].

Ko'payish algoritmda faqat boshqarilayotgan chiqish signalining $(k-1)h$ momentdan kh momentigacha bo'lgan o'zgarishlar ko'rib chiqiladi. Rostlagich algoritmi quyidagicha yoziladi:

$$\Delta u(kh) = u(kh) - u[(k-1)h] = \Delta u_p(kh) + \Delta u_1(kh) + \Delta u_D(kh) \quad (3.14)$$

(3.14) tenglamadan ko'payish algoritmining proportsional qismi quyidagicha aniqlanadi:

$$\Delta u_p(kh) = u_p(kh) - u_p[(k-1)h] = K \cdot [e(kh) - e[(k-1)h]] = K \cdot \Delta e(kh) \quad (3.15)$$

(8) tenglamadan integral qismi quyidagicha topiladi:

$$\Delta u_1(kh) = u_1(kh) - u_1[(k-1)h] = K \cdot \alpha \cdot e(kh) \quad (3.16)$$

(2.6) tenglamadan differensial qismi esa quyidagicha:

$$\Delta u_D(kh) = \beta \cdot \Delta u_D[(k-1)h] - K \cdot \frac{T_D}{h} \cdot (1 - \beta) \cdot [\Delta y(kh) - \Delta y(k-1)h] \quad (3.17)$$

Bu yerda: $\Delta y(kh) = y(kh) - y[(k-1)h]$

Hisoblash usuli bo'yicha algoritm judayam oddiy. Bunday algoritmni qo'llash uchun suzuvchi nuqtadan o'rtacha aniqlikka ega bo'lgan operatsiyalarning o'zi yetarli. Bu algoritmda to'yinish borasida muammolar bo'lmaydi. Ko'payish hisoblayotgan qurilma rostlagichning avtomatik rejimdan oddiy ish rejimiga o'tqazishda, boshqarilayotgan signalning boshlang'ich qiymatni talab qilmaydi. Ijrochi mexanizmni ishga tushirganda uni kerakli holatga qo'lga boshqarish yo'li bilan avtomatik holatda ham sozlash mumkin.

Ko'payish algoritmining kamchiliklaridan biri, unda integral tashkil etiluvchilarini hisobga olish kerakligidadir. Algoritm o'zgartirilgandan keyin, ikkinchi tanlovdan boshlab, uning proportsional va differensial qismlarida tayanch qiymatlar qisqaradi. Shuning uchun ham, agar rostlagichni ortib ketish algoritmi asosida integral tashkil etiluvchilarisiz qurilsa, boshqarilayotgan jarayonning tayanch qiymatlarida dreyft o'zgarish seziladi

PID rostlagichini algoritmlarida hisoblashni o'ziga xos xususiyatlari

PID rostlagichini raqamli amalga oshirishda ketma-ket xarakterga ega bo'lgan hisoblashlar, analogli texnologiyalarni qo'llashda mavjud bo'lmagan kechikish (ushlab qolish)larga olib keladi. Bundan tashqari, ba'zi to'yinganlikdan himoya va tekis o'tish algoritmi amaliy chegaralar, rostlagich chiqishi va ishchi mexanizmning yeyilishi bir paytda yuz berishini talab qiladi. Shuning uchun hisoblash bo'yicha kechikishlarni minimumga tenglashtirish kerak. Masalan, raqamli rostlagichning ba'zi elementlarini tanlov momentigacha hisoblash mumkin. To'yinganlikdan himoyalangan rostlagichlarni integrallanadigan qismini quyidagichayozish mumkin:

$$u_1[(k+1)h] = u_1(kh) + c_1 \cdot e(kh) + c_2 \cdot [u(kh) - u_d(kh)] \quad (3.18)$$

qayerda

$$c_1 = K \cdot \frac{h}{T_i}; c_2 = \frac{h}{T_t} \quad (3.19)$$

Integral qismini ilgaridan hisoblash mumkin. Tenglamani differensial qismini quyidagicha yozish mumkin:

$$\begin{aligned} u_D(kh) &= \beta \cdot u_D[(k-1)h] - K \cdot \frac{T_d}{h} \cdot (1 - \beta) \cdot [y(kh) - y(k-1)h] = \\ &= -K \cdot \frac{T_d}{h} \cdot (1 - \beta) \cdot y(kh) + \beta \cdot u_D[(k-1)h] + K \cdot \frac{T_d}{h} \cdot (1 - \beta) \\ &\quad \cdot y[(k-1)h] \end{aligned}$$

yoki

$$u_D(kh) = -c_3 \cdot y(kh) + x[(k-1)h] \quad (3.20)$$

bu yerda

$$c_3 = K \cdot \frac{T_d}{h} \cdot (1 - \beta) \quad (3.21)$$

va

$$\begin{aligned} x[(k-1)h] &= \beta \cdot u_D[(k-1)h] + K \cdot \frac{T_d}{h} \cdot (1 - \beta) \cdot y[(k-1)h] \\ &= \beta \cdot u_D[(k-1)h] + c_3 \cdot y[(k-1)h] \end{aligned}$$

x ning holatini kh vaqt momentidan keyin tez yangilash mumkin:

$$\begin{aligned} x(kh) &= \beta \cdot u_D(kh) + c_3 \cdot y(kh) = \\ &= \beta \cdot [-c_3 \cdot y(kh) + x[(k-1)h]] + c_3 \cdot y(kh) = \\ &= \beta \cdot x[(k-1)h] + c_3 \cdot (1 - \beta) \cdot y(kh) \end{aligned} \quad (3.22)$$

Shu yo'l bilan $u_D[(k+1)h]$ ifodani $y[(k+1)h]$ o'lchovning natijasini olib (3.20) tenglamadan hisoblash mumkin.

Hozirgi zamonaviy kompyuterlarning imkoniyatlarini hisobga olgan holdagi shuncha kuch va hisoblashlardagi optimallashtirishlar g'alati ko'rinishi mumkin. Shunday bo'lsada bir narsani e'tiborga olish kerakki, raqamli rostlagich ba'zi paytlarda bir sekund ichida bir necha ming boshqaruv operatsiyalarini hisoblashi kerak. Bu shartlarning ma'nosi shundaki, ba'zi koeffitsientlarni tezda olish imkoni mavjud yoki ularni har gal boshqatdan hisoblash kerak bo'ladi. Bundan tashqari korxonalarda ishlatilayotgan sanoat rostlagichlarining hammasi ham, zamonaviy, yangi chiqqan tezkor protsessorlardan foydalanilib yasalaverilmaydi. Shuning uchun ham hisoblashlar ketma-ketligi va turi boshqaruvchi operatsiyasining tezligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi.

Oraliqdagi o'zgaruvchilar c_1 , c_2 va c_3 fizik sharxlarga ega emas. Bularning o'rniga operator PID rostlagichlarini K , T_i , T_d va T_f kabi asosiy parametrlar ifodasini ko'rishi kerak.

Hisoblashlarning aniqligiga e'tibor berish lozim. PID rostlagichining ortib ketish algoritmi asosida qisqa mashina buyruqlarini saqlash uchun shu bilan birga integral qismidagi noaniq yaxlitlanish yuqori bo'limda keltirib o'tilgan muammolarni keltirib chiqarishi mumkin. [17.18].

PID rostlagichining algoritmi

PID rostlagichining pascal dasturida programmasi misol qilib keltirilgan. Hisoblash koeffitsientlari c_1 , c_2 va c_3 larni hisoblash uchun rostlagichning K , T_i , T_d va T_f parametrlarini o'zgartirish kerak. Rostlagichining algoritmi har tanlov momentida bajariladi. Dastur bundan tashqari integral tuzuluvchilardan to'yinganlik himoyasiga ega.

(*koeffitsientlarning taxminiy hisobi*)

$c1:=K*h/T_i$; (*3.19 tenglama*)

$c2:=h/T_t$; (*3.19 tenglama*)

$\text{beta}:=T_d/(T_d+h*N)$; (*3.12 tenglama*)

$c3:=K*T_d*(1-\text{beta})/h$; (*3.21 tenglama*)

$c4:=c3*(1-\text{beta})$; (*local konstantasi*)

$x:=0$;

(*Boshqaruv algoritmi*)

$uc:=AD_input(ch1)$; (*tayanch qiymatni kiritish*)

(*analogli kirish*)

$y:=AD_input(ch2)$ (*o'lchovni kiritish, analogli kirish*)

$e:=uc-y$; (*boshqaruv xatoliklarini hisoblash*)

$ppart:=K*e$; (*proportsional qismi*)

$dpart:=x-(c3*y)$; (*differensial qismi*)

(*boshqaruv (3.20)*)

$ud:=u_0+ppart+ipart+dpart$; (*rostlagichning chegaragacha chiqishi*)

(*signalning*)

if ($ud < u_{min}$) **then** $u:=u_{min}$ (*chegara funksiyasi*)

```

else if (ud < umax) then u:=ud
else u:=umax;
DA_output(ch1,u); (*analogli signalning chiqishi*)
(*u boshqaruv, chiqish kanali #*)
ipart:=ipart+c1*e+c2*(u-ud); (*c integral qismi*)
(*"antito'yinish", (3.15) tenglama*)
x:=beta*x+c4*y; (*holatni yangilash*)
(2.22) tenglama; c4 hisoblangan*)
(*taxminiy*)

```

Diskretlangan pid rostlagichi

Proportsionallashgan rostlagich (3.5 tenglama) – bu registrning oddiy shaxsiy umumlashgan holati. Buni tenglama ko'rinishida quyidagicha yozish mumkin:

$$u(kh) = K \cdot e(kh) = K \cdot u_c(kh) - K \cdot y(kh)$$

PID rostlagichining tenglamasini qaytadan quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$\begin{aligned}
 u(kh) = & -r_1 \cdot u[(k-1)h] - r_2 \cdot u[(k-2)h] + \\
 & + t_0 \cdot u_c(kh) + t_1 \cdot u_c[(k-1)h] + t_2 \cdot u_c[(k-2)h] - \\
 & - s_0 \cdot y(kh) - s_1 \cdot y[(k-1)h] - s_2 \cdot y[(k-2)h]
 \end{aligned} \quad (3.23)$$

Bu ifodada tenglamaning $n=2$ ko'rinishi. Diskret PID rostlagich va (3.23) tenglama orasidagi ekvivalentlikni q operatorini siqilganlik va oxirgi yozilishdan ko'rish mumkin. (3.6) tenglamaning integral qismi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$u_1(kh) = q^{-1} \cdot u_1(kh) + K \cdot \alpha \cdot e(kh)$$

α (2.7) ifoda bilan aniqlanadi. Ruhsat $u_1(kh)$ ga tegishli va undan quyidagini olamiz:

$$u_1(kh) = \frac{K \cdot \alpha \cdot q}{q - 1} \cdot e(kh)$$

Analogli, differensial qismini (3.13 tenglama) quyidagicha yozish mumkin:

$$u_D(kh) = \beta \cdot q^{-1} \cdot u_D(kh) - K \cdot \frac{T_d}{h} \cdot (1 - \beta) \cdot (1 - q^{-1}) \cdot y(kh)$$

β (3.12) ifoda bilan aniqlanadi. Ruhsat $u_D(kh)$ ga tegishli va undan quyidagina olamiz:

$$u_D(kh) = -K \cdot \frac{T_d}{h} \cdot \frac{(1 - \beta) \cdot (q - 1)}{q - \beta} \cdot y(kh)$$

$0 \leq \beta < 1$ shartga ko'ra, sistema doimo turg'un. Shunga ko'ra, PID rostlagich

$$u(kh) = K \cdot \left[1 + \frac{\alpha \cdot q}{q - 1} \right] \cdot e(kh) - K \cdot \frac{T_d}{h} \cdot \frac{(1 - \beta) \cdot (q - 1)}{q - \beta} \cdot y(kh)$$

Maxrajdan qutqarib, quyidagi ko'rinishga ega bo'lamiz:

$$\begin{aligned} (q - 1) \cdot (q - \beta) \cdot u(kh) \\ = K \cdot (q - \beta) \cdot (q - 1 + \alpha \cdot q) \cdot e(kh) - K \cdot \frac{T_d}{h} \cdot (1 - \beta) \\ \cdot (q - 1)^2 \cdot y(kh) \end{aligned}$$

Bu yerda:

$$e(kh) = u_c(kh) - y(kh).$$

Qismlarni qayta joylashtirish quyidagi ko'rinishga oli keladi:

$$\begin{aligned} [q^2 - (1 + \beta) \cdot q + \beta] \cdot u(kh) = \\ = [K \cdot (1 + \alpha) \cdot q^2 - K \cdot (1 + \beta + \alpha \cdot \beta) \cdot q + K \cdot \beta] \cdot u_c(kh) - [K \cdot \\ (1 + \alpha + \gamma) \cdot q^2 - K \cdot (1 + \beta + \alpha \cdot \beta + 2\gamma) \cdot q + K \cdot (\beta + \gamma)] \cdot \\ y(kh) \end{aligned} \quad (3.24)$$

Bu yerda:

$$\gamma = \frac{T_d}{h} \cdot (1 - \beta)$$

R, S va T ko'phadlar quyidagicha hisoblanadi:

$$R_{PID}(q) = q^2 - (1 + \beta) \cdot q + \beta$$

$$T_{PID}(q) = K \cdot (1 + \alpha) \cdot q^2 - K \cdot (1 + \beta + \alpha \cdot \beta) \cdot q + K \cdot \beta$$

$$S_{PID}(q) = K \cdot (1 + \alpha + \gamma) \cdot q^2 - K \cdot (1 + \beta + \alpha + 2\gamma) \cdot q + K \cdot (\beta + \gamma) \quad (2.25)$$

q ni qo'yib

$$\begin{aligned}
& u[(k+2)h] - (1+\beta) \cdot u[(k+1)h] + \beta \cdot u(kh) = K \cdot (1+\alpha) \cdot \\
& u_c[(k+2)h] - K \cdot (1+\beta+\alpha \cdot \beta) \cdot u_c[(k+1)h] + K \cdot \beta \cdot u_c(kh) - K \cdot \\
& (1+\alpha+\gamma) \cdot y[(k+2)h] + K \cdot (1+\beta+\alpha \cdot \beta+2\gamma) \cdot y[(k+1)h] - K \cdot (\beta+ \\
& \gamma) \cdot y(kh)
\end{aligned}$$

ga ega bo'ladi

Tanlov ikki interval orqaga surib PID rostlagich ifodasini quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\begin{aligned}
& u(kh) - (1+\beta) \cdot u[(k-1)h] - \beta \cdot u[(k+2)h] = \\
& = K \cdot (1+\alpha) \cdot u_c(kh) - K \cdot (1+\beta+\alpha \cdot \beta) \cdot u_c[(k-1)h] + K \cdot \beta \cdot \\
& u_c[(k-2)h] - K \cdot (1+\alpha+\gamma) \cdot y(kh) + K \cdot (1+\beta+\alpha \cdot \beta+2\gamma) \cdot \\
& y[(k-1)h] - K \cdot (\beta+\gamma) \cdot y[(k-2)h]
\end{aligned}$$

(3.26)

Shunga ko'ra rostlagich oldingi ikki tanlovga asoslanib, boshqariluvchi signallarni, tayanch va o'lchangan qiymatlarni saqlab tuishi lozim.

$\beta=0$ va $\gamma=0$ qiymatlarga asoslanib, $T_d=0$ bo'lsa, PI rostlagich quyidagi ko'rinishga keladi:

$$\begin{aligned}
& u(kh) = u[(k-1)h] + K \cdot (1+\alpha) \cdot u_c(kh) - K \cdot u_c[(k-1)h] - \\
& - K \cdot (1+\alpha) \cdot y(kh) + K \cdot y[(k-1)h] = \\
& = u[(k-1)h] + K \cdot (1+\alpha) \cdot e(kh) - K \cdot e[(k-1)h] \quad (2.27)
\end{aligned}$$

Tenglamaga binoan PID rostlagichning har xil variantlari topshirilish funksiyasining konturiga ko'p va kam nol sonlarini qo'shadi. Bu esa butun yopiq konturga ta'sir qiladi.

R, S va T ko'phad parametrlari va PID rostlagichining shaxsiy parametrlari yetarli darajada murakkab hisoblanadi. Ushbu ko'phadlar fizik ahamiyatga ega emas, ammo buni operator bilishi kerak emas. Boshqaruv sozlovi PID rostlagichining parametrlari yordamida boshqariladi. 2.25 tenglamaga asosan R, S va T ko'phadlar parametrlari dastur yordamida qayta ishlanadi.

Rostlagichning umumlashgan algoritmi

Keltirilgan algoritm

$$u(kh) = t_0 \cdot u_c(kh) - s_0 y(kh) - v_0 \omega(kh) + x[(k-1)h] \quad (3.28)$$

Tenglama orqali integral to'yinganlikni oldini oladi. Rostlagich parametrlari standart formalar bo'yicha qayta ishlanadi. Ushbu Pascal tilida dasturda real vaqtning rejimi, ishning talabi va resurslar himoyasi, vazifa sinxronizatsiyasi hisobga olingan.

Program general_controller (*rostlagichning umumlashgan namunasi*)

const n=5; (*boshqariladigan ko'phadning darajasi*)

m=5; (*ogohlantirish ko'phadining darajasi*)

(*g'alayonlanish bo'yicha; $m \geq n$ *)

var vect_protect: **semaphore**;

next_time, delta_time: **time (real)**;

i, j: **integer**;

out_signal, x: **real**;

u, uc, y, w: **array**[0..n] **of real**;

R, S, T, V: **array**[0..n] **of real**;

begin

x:=0;

vect_protect:=1;

for i = 0 **to** n **do**

begin

u[i]:=0;

uc[i]:=0;

y[i]:=0;

w[i]:=0;

end

while true do (*asosiy cheksiz sikl*)

begin

(*galdagi qiymatlarning chiqishi*)

wait_until(next_time);

uc[0]:=AD_input (ch#1); (*tayanch qiymatni kiritish*)

y[0]:=AD_input (ch#2); (*o'zgarishlarni kiritish*)

w[0]:=AD_input (ch#3); (*g'alayonlanishni kiritish*)

```

(*boshqaruvchi signalni kiritish*)
wait(vect_protect); (*ruhsatni himoyasi*)
(*boshqaruvchi ko'phadga*)
out_signal:=T[0]*uc[0]-S[0]*y[0]-v0*w[0]+x;
signal(vect_protect); (*himoyani olish*)
(*boshqaruvchi ko'pad*)
DA_output (out_signal, ch#10); (*boshqaruvchi signalni chiqishi*)
(*vektorlar holatini yangilash*)
u[0]:=out_signal;
for i=n downto 1 do
begin
j:=i-1;
u[i]:=u[j];
uc[i]:=uc[j];
y[i]:=y[j];
end;
for i =m downto 1 do w[i]:=w[i-1];
x:=0;
for i =1 to n do
begin
x:=x-R[i]*u[i];
x:=x+T[i]*uc[i];
x:=x-S[i]*y[i];
end;
for i= 1 to m do x:=x-V[i]*w[i];
next_time+delta_time;
end; (*asosiy sikl*)
end; (*umumiy rostlagich*)

```

Wait va *signal* funksiyalari R, S, T va V umumiy resurs bo'lgan vektorlarning himoya qiladi. Qoidaga ko'ra, ushbu o'zgaruvchilarga ost programmalar faqat kirishga ruhsat beriladi. Shunday ekan, qayta ishlashda muhim

ushlanib qolishlar bo'lishi kerak emas. Agar rostlagichning koeffitsentlariga boshqa programma kirishga ruhsat olsa, masalan, ularni qayta ishlash uchun rostlagich protsedurasi kelishmovchiliklar bo'lmasligi uchun kutishi kerak. O'zgaruvchi koeffitsentlar rostlagich programmasi ko'p vazifalar rejimida yuqori vaqtga ega bo'lish kerak. O'zgaruvchi *next_time* sinxronizatsiyadagi xatolardan voz kechish uchun ishlatiladi.

Bir necha bor aytib o'tilganidek, rostlagichning umumiy ko'phad koeffitsentlari boshqariluvchi konturning fizik xususiyatlari bilan to'g'ridan-to'g'ri aloqaga ega emas. Faqat eng oddiy rostlagichlarda boshqaruvchi konturning koeffitsentlari va fizik xususiyatlari orasidagi o'zaro bog'lanish aniq ma'noga ega.

P rostlagichda s_0 va t_0 koeffitsentlardan boshqa koeffitsentlar nolga teng. Diskret boshqaruvni tartiblayotgan s_i va t_i koeffitsentlar soni noldan farqlidir. PID rostlagichi ikkinchi tartibga ega, shuning uchun birinchi uch ko'phadlardagi maksimum R, S va T lar nolga teng emas. Qolgan koeffitsentlar (2.23 tenglamaga ko'ra) esa nolga teng. Boshqarilayotgan konturdagi V ko'phadi nolga teng. Agar tanlov intervali o'zgarsa, unda R, S, T va V ko'phadlarini diskret qiymatlarini vaqt davomida yangi boshqaruvchi signalni hisoblash uchun orqaga o'zgartirish zarur.

Yuqoridagi PID rostlagichining parametrlarini kiritish dasturi keltirilgan. Bundan tashqari ushbu programma yordamida R, S va T ko'phadlarini koeffitsentlarini kiritish mumkin. Bundan tashqari boshqa qo'shimcha interfeyslar ham qo'shish mumkin. Programma yozmasdan ham, tizimning boshqaruvini o'zgartirish mumkin.

Protsedure parameter_input

(*PID rostlagichining kirish parametrlari*)

(*va ularning R, S va T ko'phadlari koeffitsentlarini qayta ishlash*)

const n=5; (*boshqaruvchi signalni darajasi*)

var K, Ti, Td, N, sample_h:real;

C_alfa, C_beta, C_gamma:real;

R, S, T:array [0..n] of real;

begin

while true do (*cheksiz sikl*)

begin

writeln (*keying parametrlarni kiriting*);

input (*kuchaytirish koefitsientlari K*) K;

input (*integrallashning doimiy vaqti T_i *) T_i ;

input (*differensiallashning doimiy vaqti T_d *) T_d ;

input (*normallashtirish koefitsienti N*) N;

input (*tanlov intervali h*) sample_h;

(*yangi koefitsientlarni hisoblash*)

$C_{\alpha} := \text{sample_h} / T_i$; (* (2.7) tenglama*)

$C_{\beta} := T_d / (T_d + \text{sample_h} * N)$; (* (2.12) tenglama*)

$C_{\gamma} := T_d * (1 - C_{\beta}) / \text{sample_h}$; (* (2.24) tenglama*)

(*ko'phadlarni yangi koefitsientlarini hisoblash*)

wait(vect_protect); (*ruhsat himoyasi*)

(* boshqaruvchi ko'phadga*)

$R[0] := 0$;

$R[1] := -1 - C_{\beta}$;

$R[2] := C_{\beta}$;

$T[0] := K * (1 + C_{\alpha})$;

$T[1] := -K * (1 + C_{\beta} + C_{\alpha} * C_{\beta})$;

$T[2] := K * C_{\beta}$;

$S[0] := T[0] + K * C_{\gamma}$;

$S[1] := T[1] - 2 * K * C_{\gamma}$;

$S[2] := T[2] + K * C_{\gamma}$;

signal(vect_protect); (*himoyani olish*)

(*boshqaruvchi ko'phad*)

end; (*cheksiz sikl*)

end; (*parameter input*)

Parametr_input protsedurasi universal hisoblanadi. Sababi uni yordamida R, S, T va V ko'phadlari koefitsientlarini kiritish mumkin. Bundan tashqari boshqa qo'shimcha interfeyslar ham qo'shish mumkin. Programma yozmasdan ham, tizimning boshqaruvini o'zgartirish mumkin. Keltirilgan programma yana

rostlagichning adaptatsiya qismi uchun ishlatish mumkin. Bu o'rinda boshqa protsedura R, S va T ko'phadlar yangi parametrlarini doimo hisoblab turadi. Yana $u(kh)$ va $y(kh)$ ketma-ketliklarni korrektaab turadi.

IV MEHNAT MUXOFAZASI

Paxtani quritish vaqtida xavfsizlik texnikasi

Bu usul qo'llanilganda zavod tsexlari zavod teritoriyasi va atrov muxit tozaligi saklanib koladi. Zavodning ekologik xolati talabga javob beradi.

Paxtani quritish tsexida xozirgi kunda barabanli kuritgichlar joylashgan bo'lib paxtani quritish jarayonida xar xil chikindi.Ular kuyidagilardan iborat:

- 1.Yirik chikindilar (tosh, metal buyumlari).
- 2.Paxta chikindilari (chonoklar, shoxlar, barglar).
- 3.CHang (tuproq changi, mayda tolalar ximyoviy elementlar).

Quritish uskunasiidan foydalanganda xavfsizlik texnikasi va paxta zavodlari va tayyorlov punktlari uchun amal kilayotgan ishlab chikarish sanitariyasi koidalariga rioya etish kerak. Foydalanishda band bulgan va quritish uskunasi bulimiga yangi kelgap barcha ishchilar xavfsizlik texnikasi buyicha, albatta, yul-yurik; olishlari zarur. Tayyorlov punktlarining mudirlari, boshliklar, smena ustalari ishchilarning sozlangan uskunalarda, maxsus ish kiyimida ishlashlarini va xavfsizlik texnikasi yuriknomasi shartlarining bajarilishini kuzatib borishlari shart. Paxtani quritish uskunalarida ishlashga 18 yoshgacha bulgan usmirlar kuyilmaydi. Xavfsizlik texnikasi va ishlab chikarish texnikasi buyicha yuriknomalar ish joylari yonida oyna tagidagi romlarda va yaxshi yoritilgan joyga osib kuyilishi kerak.Quritish uskunasiining massasini sim bilan yerga ulanmay ishlatilishi man kilinadi. Quritish barabanining kuyidagi kismalari yerga ulanishi kerak:

- elektr dvigatellari va tok ulagachlarining korpuslari;
- baraban kuritgichi ta'minlagichining romi;
- barabanning orka tayanchi.

Kuritgichlar va issiklik ishlab chikargichlarining xarakatlantirish tasmalari, birlattiruvchi muftalari, xamma aylanadigan detallari va kismalari maxkam biriktirilgan tusiklarga ega bulishi kerak. Issiklik ishlab chikargichlarining

tutunsurgich yunaltiruvchi apparati, shiberlar, purkagich, gorelkalar nosoz bulganda, shuningdek, ut yokish xonasida yoruglik bulmaganda yoki suet yoritilganda ishlatish man kilinadn. Issiklik ishlab chikargichlarini ishga tunm'rishdan oldin ut yokish binosini shamollatish va unda gaz x,idi, suyak yoki gilgi buglari yukligiga shuningdek, gaz xamda yonilgi kuvurlarining xosil kilish kerak. Issiklik ishlab chikargichining barcha elementlari va kismalari xmda yordamchi uskunalari issiklik utkazmaydigan material bilan krplangan bulishi, krplamalar yuzasimmng xdrorati 45°S dan oshmasligi kerak. Kuritgichni ishga tushirishdan oldin, baraban ichida va shaxta poydevorida odamlar yu kligiga ishonch xosil kilish kerak. Kuritgichni fakat tsex ustasi ishga tushiradi yoki ishga tushirish x,akida formoyish beradi. Baraban ichida ishlaganda (profilaktika, ta'mirlash) yoritish uchun fakat past kuchlanishli chiroklardan foydalanish mumkin (max. 36B).

Kuriggich ishlagan vaktida kul yoki boshka begona buyumlarni eshik yoki lyuklar orkali quritish kameralariga kiritish man kilinadi. Kuritgichlarning nosoz narvonlari, maydonchalari va ularga kuyilgan panjaralari bilan ishlashi man kilinadi. Kat'iy bajarilishi shart bulgan yongindan saklashning asosiy koidalari va tadbirlari kuyidagilardan iborat:

Suyuk yonilgida ishlaydigan issiklik ishlab chikargichlari ishlayotganda:

- sarf sigimlari yopik bulishi va olovdan tusilgan «nafas olish» naychasi bilan jixozlanishi kerak;
- yonilgi kuvurlari sarflash baklaridan nishab kilib tortilgan bulishi kerak;
- yonilgi kelish kuvurlarida kamida ikkita berkitgich urnatilishi kerak — biri purkagich yonida, boshkasi sarflash sigimi yonida;
- yonilgi nasosi berkitish klapani bili" boglangan bulishn va u ishlaganda nasos ishi tuxtashi kerak. Issiklik ishlab chikargichlari gazsimon yonilgpla ishlaganda:
- gaz kuvurlari tomdan 1 m yukrri kutarilgan shamollatish va xavfsizlik shamlari bilan jixozlanishi kerak;
- gazi chikib turgan kuvurdan foydalanish man kilinadn;

- gaz chikishini aniklash uchun ochik olovdan foydalanish man kilindi. Gaz chikishini aniklash sovun eritmasi yordamida bajarilishi kerak.

Ham suyuq, xam gazsimon yonilgida ishlaydigan issiklik ishlab chikargichlari alanga uzilgan va uchgan vakt da xamda ventilyator tuxtab kolganda yokilgi kelishini tuxtaturvchi avtomat bilan ta'minlanishi kerak. Quritish agentini keltirish kuvurlarida, quritish kameralari yonida xarorat datchiklari urnatilgan bulishn lozim. Ular tovush yoki nur yordamida signal berish asboblari bilan boglangan bo'lib, xizmat kursaturvchi xodimlarga quritish agentining xarorati ruxsat etilgan mikdordan oshgani xususida xabar beradi. Kuritgichlarda paxta yonishining oldini olish mak,sadida kuyidagilarga ruxsat etilmaydi:

- optimal tartibdan yukori xaroratda bulgan quritish agentini ishlatish;
- barabanga moy tekkan paxtaning, ogir buyumlarning (toshlar, metall buyumlar va xrkazolarning) tushishi;
- paxta kelishi, xatto kiska muddatli uzilganda yoki kuritgich tuxtaganda kuritgichga quritish agentini uzatish;
- quritish kamera va ta'minlagich kurulmasi ichida tolali chigitlarning osilib kolishi va uzok vakt «yangi» quritish agenti ta'siri ostida bulishi;
- kuritgichning xdrakatdagi kismlarinish charakatsiz kismlarga ishkalanishi va urilishi;
- ta'minlagich kurulmasida paxtaning shkilishya, barabanga materialning tulishi.

Paxtani quritishda yongin chikishining olinilish uchun kuyidagi tadbirlarni bajarish kerak:

- quritish agentining kuritgichga kirishida xaroratini muntazam nazorat kilish va 280°S dan oshishiga yul kuymaslik;
- barabanlarning ichki kurulmasini osilib kolgan paxtaning tolali chigitlari va ogip aralashmalardan muntazam tozalab turish;
- ish joylarini iflosligi va tolali changdan doim tozalab turish;
- xaftada kamida bir marta tashki va ichki elektr tarmoklarini

toksizlantirib tozalash, shuningdek, paxta kuritgichlarining tortish shaxtalarini tolali changdan tozalash kerak. Kuritgichda yongin chikkan takdirda darxol tutayotgan paxta uchirilishi va xavfsiz joyga utkazilishi kerak. Kuritgichda ishni boshlashga quritish kamerasi, ta'minlagich kurilmasi sinchiklab kurib chikilib, yongin sabablari bartaraf etilgandan keyingina yul kuyiladi.

Quritish-tozalash va tozalash tsexlarida kuyidagilar takiklanadi:

- ochik olovdan foydalanish, korxonaning yongin xavfsizligi vakili yukligida avtogen va elektr payvandlash ishlarini utkazish;
- uskuna yoniga moy tomgan latta-puttalarni tashlash (xamma artish materiallari smenada kamida bir marta tozalanishi lozim bulgan maxsus kutilarda saklanishi kerak);
- yonilgi va tez ut oladigan moddalarni saklash;
- yonginga karshi uskuna va asboblardan notugri maksadda foydalanish. [2]

V.IQTISODIY QISM

Yalpi yoki takomillashtirilgan texnikani ishlab chiqarishga joriy etishdek olinadigan iqtisodiy samaradorlik

Bugungi kunda iste'mol bozorida raqobat keskin tus olgan bir vaqtda iste'molchilarning mahsulot sifatiga talabi kundan – kunga oshib bormoqda. SHu boisdan sifatli mahsulot ishlab chiqarishga ta'sir qiluvchi omillardan eng asosiylaridan biri – bu ishlab chiqarishga keng miqyosda ilmiy-texnika yutuqlarini joriy etish, zamonaviy texnologiyalarni qo'llash sanaladi. Amaliyot shuni ko'rsatadiki, eski texnika va texnologiya bilan sifatli mahsulot ishlab chiqarib bo'lmaydi, bozor ishtirokchilari esa sifatsiz mahsulotni harid qilmaydi.

Sanoatni mexanizatsiyalashtirish va avtomatlashtirish mehnat sharoitini yaxshilash, og'ir qo'l mehnatini bartaraf etishga imkoniyat yaratadi. Ishlab chiqarishning texnikaviy, tashkiliy va iqtisodiy tadbirlar majmuasi mavjud bo'lib, ularni joriy etish natijasida ishlab chiqarishda eng qulay ilg'or texnologik jarayonlar yuqori rentabellik, sifatli mahsulotlar ishlab chiqarish imkonini yaratib beradi. Paxta tozalash sanoati korxonalarida texnologik va tashkiliy tadbirlar ilmiy – texnika yutuqlarining ishlab chiqarishga tadbiriq etib, mahsulot ishlab chiqarishda texnik – iqtisodiy ko'rsatkichlarga ijobiy ta'sir qiladi, kam mehnat, xom – ashyo, matiriallar sarf qilingan holda, yuqori sifatli mahsulotlar yetkazib berishga imkon beradi.

Iqtisodiy samaradorlik pirovarda ijtimoiy mehnat unumdorligining o'sishida namoyon bo'ladi. Demak, ijtimoiy mehnat, unumdorligining darajasi butun ishlab chiqarish samaradorligining asosiy mezonidir.

Ijtimoiy mehnat sarfining mutloq va qiyosiy iqtisodiy samaradorligini bir – biridan ajrata bilish kerak bo'ladi. Mutloq samaradorlik har bir ob'ekt uchun yoki yangi texnika uchun alohida topilishi mumkin. Bunda samara sarf qilingan xarajatlarning umumiy qaytarilishi bilan ifodalanadi. Qiyosiy samaradorlik esa ikki yoki undan ortiq ishlab chiqarish yoki xo'jalik misolida bu variantlarni taqqoslash yo'li Bilan aniqlanadi. Demak, qiyosiy samaradorlik bir variantning boshqa variantlardan ustunligini va tanlab olingan variantning muiqobilligini ko'rsatadi.

Keltirilgan xarajatlar kapital mablag'larning qiyosiy samaradorligini bildiruvchi ko'rsatich bo'lib, texnikaviy va iqtisodiy vazifalarni hal qilish variantlarining eng yaxshisini tanlab olishda qo'llaniladi. Keltirilgan xarajatlar quyidagi formula orqali topiladi.

$$C_i + E_n * K_i \rightarrow K_i + T_n * S_i \rightarrow \min \quad [1]$$

Bu yerda: K_i – har bir variant bo'yicha sarflanadigan kapital mablag'lar;

C_i – muayyan variant bo'yicha ishlab chiqarilgan mahsulot tan narxi;

T_n – kapital mablag'larning me'yoriy qoplanish vaqti;

E_n - kapital mablag'larning samaradorlik me'yoriy koeffitsienti.

Yillik iqtisodiy samaradorlik quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$E = (Z_1 - Z_2) * A_2 \quad [2]$$

Bu yerda; Z_1, Z_2 – eski va yangi texnikani qo'llashda bir – birlik mahsulot ishlab chiqarishga to'g'ri keladigan keltirilgan xarajatlar miqdori;

A_2 – yangi texnikani qo'llashdagi mahsulot ishlab chiqarish hajmi, natural birliklarda.

Yangi mehnat vositasini (mashina, asbob – uskuna va boshqalar) ishlab chiqarish va undan foydalanishda olinadigan iqtisodiy samaradorlik quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\Theta = \left[3_1 * \frac{\theta_2}{\theta_1} * \frac{P_1 * E_n}{P_2 * E_n} + \frac{(U_1^1 - U_2^1) - E_n (K_2^1 - K_1^1)}{P_2 + E_n} - 3_2 \right] * A_2 \quad [3]$$

Bu yerda: Z_1, Z_2 – eski va yangi asbob – uskuna bir – birlik mahsulotiga to'g'ri keluvchi keltirilgan xarajatlar miqdori; m.so'm;

$\frac{\theta_2}{\theta_1}$ yangi asbob – uskuna ish unumdorligini eski bilan

solishtirish koeffitsienti;

v_1, v_2 – bazis va yangi asbob – uskunalarning mos ravishdagi
ish unumdorligi;

$\frac{P_1 + E_n}{P_2 + E_n}$ - bazis variantga solishtirilganda asbob – uskunalar

xizmat muddatini hisobga olish koeffitsienti.

R_1, R_2 – ma'naviy eskirishni hisobga olganda bazis va yangi
asbob – uskunalarni to'liq tiklashga balans qiymatidan
ajratma ulushi. Agarda, to'la tiklash me'yori 16,4% ni
tashkil etsa, u holda $R_2 = 0,164$.

Ye_n – samaradorlik me'yoriy koeffitsient, $Ye_n = 0,15$

$\frac{(U^1_1 - U^1_2) - E_n(K^1_2 - K^1_1)}{P_2 + E_n}$ - bazis variantga yagnisini sotishtiradigan

barcha xizmat muddatiga yo'naltirilgan kapital

qo'yillaridan iste'molchining kundalik xarajat va ajratmalardan
oladigan samarasi;

K^1_1, K^1_2 - bazis va yangi asbob – uskunalarda iste'molchi

yo'naltirilgan kapital qo'yilmasi;

U^1_1, U^1_2 - tadbiq etilgan variantda iste'molchining bazis va yangi asbob -
uskunalardan foydalangandagi yillik ekspluatatsiya xarajatlar

A_2 – hisobot yilida yangi texnika orqali ishlab chiqarilgan mahsulot hajmi,
natural birliklarda.

Ushbu yakuniy malaka ishida elektrodvigatelnlarni temperatura bo'yicha
faza himoyasi vositasi hozirgi zamon elektron qurilmalari asosida yaratilgan
bo'lib, uning ishlash muddatini 6 oydan 4 yilgacha oshiradi. Ushbu himoya visitasi
tarash mashinasiga qo'yiladi va pozistor bazasida avtomatik himoyalanadi.

Takomillashtirilgan asbob – uskunani ishlab chiqarishga joriy etishdan olinadigan iqtisodiy samaradorlikni hisoblash uchun zarur bo’ladigan ma’lumotlar.

AO4 – 4 tip elektrodvegatel.

T/P	Ko’rsatkichlar.	Birlik.	Variantlar.	
			Bazis.	Yangi.
1	Yillik mahsulot ishlab chiqarish hajmi.	Tonna	20000	20000
2	O’rnatilgan uskuna soni	Dona	6	6
3	Asbob – uskuna ish unumi (ishlash vaqti).	Oy	6,0	48,0
4	O’rnatilgan quvvat.	kVt	450	450
5	Asbob – uskunaga amortizatsiya ajratmalari.	%	15,0	15,0
6	Kundalik tiklashga ajratma.	%	5,0	5,0
7	Tashib keltirish va montajga ajratma.	%	10,0	10,0
8	Iste’mol qilinadigan 1 kVt/soat elektroenergiya narxi.	so’m	60,0	60,0
9	O’rnatilgan quvvat uchun yillik to’lov miqdori.	so’m	10600	10600
10	Talab koeffitsienti.	-	0,7	0,7
11	Minimal ish haqi.	So’m	7835	7835
12	Sotsial sug’urta to’lov.	%	31,0	31,0

**Bazis va taklif etilgan variantlar
bo'yicha keltirilgan va ekspluatatsiya
xarajatlarini hisoblash
natijalari, m so'm.**

T/ P	Ko'rsatkichlar.	Variantlar.	
		Bazis.	Yangi.
1	Asbob – uskuna narxi	2600	2600
2	Asbob – uskunalarni tashib keltirish va o'rnatish xarajatlari	260,0	260,0
3	To'g'ri kapital xarajat	2259,4	2259,4
4	ITI lari xarajatlari	-	9,0
5	Asbob – uskunalarni yaratish bo'yicha ishlab chiqarish fondlari kapital qo'yilmalari	2259,4	2268,4
6	Asbob – uskunani tayyorlashga keltirilgan xarajatlar	3198,91	3200,26
7	Ekspluatatsiya xarajatlari, jami shu jumladan:	93416,0	93417,8

- asbob- uskunaga amartizatsiya ajratmalari	429,0	430,35
- kundalik tiklashga ajratma		
- elektroenergiya sarfi xarajatlari	143,0	143,45
	92844,0	92844,0

$$\begin{aligned}\Theta_{\text{н}} &= 3198.91 * 4 * 1 + \frac{(93416 - 93417.8) - 0.15(286.9 - 286.0)}{0.614 + 0.15} - 3200.26 = \\ &= 12795.64 - 6.16 - 3200.26 = 9589.22 \text{м.сум.}\end{aligned}$$

Yo'naltirilgan kapital mablag'lar miqdori bazis va tatbiq etiladigan asbob – uskunalar bilan qiymatining 10% miqdori olinadi:

$$K^1_1 = \frac{2860 * 10}{100} = 286.0 \text{м.сум};$$

$$K^1_2 = \frac{2869 * 10}{100} = 286.9 \text{м.сум.}$$

Olingan ma'lumotlarni formulaga qo'yib, takomillashtirilgan asbob – uskuna yillik iqtisodiy samaradorligini hisoblaymiz:

$$\begin{aligned}\Theta_{\text{н}} &= 3198.91 * 4 * 1 + \frac{(93416 - 93417.8) - 0.15(286.9 - 286.0)}{0.614 + 0.15} - 3200.26 = \\ &= 12795.64 - 6.16 - 3200.26 = 9589.22 \text{м.сум.}\end{aligned}$$

XULOSA

Bitiruv malakaviy ishi raqamli rostlagichlar asosida paxta xom ashyosini quritish texnologik jarayonini tadqiq qilish masalasiga bag`ishlangan.

Tadqiqot natijasida quyidagi masalalarning echimlarini olishga erishildi:

1. Paxta xom ashyosini quritishda quritish agenti xosil qilish jarayonini avtomatlashtirish ob`ekti nuqtai nazaridan va jarayonni boshqarish sistemasini yaratish sohasi bo`yicha mavjud boshqarish sistemalari tadqiq qilindi.
2. Avtomatlashtirishda texnologik jarayonning xususiyatlari va unga ta`sir qiluvchi asosiy omillar aniqlandi.
3. Texnologik jarayonlarni raqamli avtomatik boshqarish sistemalarini tadqiq etish usullari asosida taxlil qilish usullari ko`rib o`tildi.
4. Zamonaviy tadqiqot dasturlaridan biri bo`lgan Matlab dasturining imkoniyatlari taxlil qilindi va jarayonning tadqiq qilishga tadbiq etildi.
5. Jarayonning matematik modellari uzatish funksiyalar ko`rinishida aniqlandi.
6. Texnologik jarayonni avtomatik boshqarishni ta`minlashda ishlatiluvchi rostlagich tanlandi tanlandi.
7. Zamonaviy dasturiy ta`minotlardan biri bo`lgan Matlab dasturida sistemaning modeli yaratildi va dinamik xarakteristikolari olindi.
8. Raqamli rostlagichning sozlash parametrlarining rasional qiymatlari aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. O`zbekiston mustaqillikka erishish ostonasida. - Toshkent. O`zbekistan. 2011.
2. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., G`ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari. – Toshkent: O`qituvchi, 1997. - 704 b.
3. Paxtani qayta ishlashning muofiqlashtirilgan texnologiyasi. Toshkent. Mehnat 2002.116 b.
4. Анализ и статистическая динамика системы автоматического управления./ Под.ред. Егупова Н.Д. -М.: МГТУ. 2000. т.1. -747 с.
5. Дьяконов В.П. Matlab 6.5 SP1/7 + Simulink 5/6 в математике и моделировании. М.: СОЛОН-Пресс, 2005. – 576 с.
6. Олсон Г, Пиани Дж. Цифровые системы автоматического управления./- СПб.: Невский Диалект, - 2001, 1-2 т. 557 с. ил
7. Дорф Р, Бишоп Р. Современные системы управления: Перевод с английского. Лаборатория базовых знаний. 2002.
8. Дьяконов В, Круглов В. MATLAB. Анализ, идентификация и моделирование систем. Специальный справочник. Питер. 2001.
9. Пантелеев А.В, Бортаковский А.С. Теория управления в примерах и задачах: Учеб.пособие/ М: Высш.шк., 2003. – 503 с: ил.
- 10.Бесекерский В.А. и др. Системы автоматического управления с микроЭВМ. -М.: Наука. 1987.
- 11.Сиддигов И.Х, Холматов Д.А, Ибрагимов И.Л. Некоторые вопросы прогнозирования и контроля параметров сушки хлопка сырца // Химическая технология. Контроль и управление. –Ташкент, 2007. -№4. – С. 49-51.
- 12.Холматов Д.А. Синтез нечеткого регулятора при автоматической регулировании температурой сушильного барабана // Химическая технология. Контроль и управление. –Ташкент, 2008. - №5. – С. 63-65.
- 13.Оморов Т.Т, Шаршеналиев Ж.Ш. Управление многомерными объектами на основе концепции допустимости. -Бишкек: Илим. 1996. -160 с.

14. Сиддиков И.Х., Холматов Д.А, Сетметов Н, Сапарниязова О.К. Матричные представления передаточной функции многомерной динамической системы// Проблемы текстиля. 2003, №4, стр 98-102.
15. Сиддиков И.Х., Холматов Д.А, Аюбджанова В.У. Модели формирования структур многоуровневых систем управления// XVI международная научная конференция “Математические методы в технике и технологиях.” Сб.трудов XVI-МНК ММТТ-16.Т-2, Санкт-Петербург
16. Yusupbekov N.R, Muxamedov B.I, G`ulomov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. – Toshkent: O`qituvchi, 2011. - 576 b.
17. Paxtani dastlabki qayta ishlash. /E.Zikriyoev. -Toshkent: Mehnat, 2002. -408b.
18. Mansurov X.M. Avtomatika va paxtani dastlabki ishlash jarayonlarini avtomatlashtirish. Toshkent. 1996. 245.
19. www.exponenta.matlab.ru.
20. www.teohelp.ru.
21. www.ispu.ru.
22. www.dvgups.ru.