

# TOSHKENT TO‘QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

## 5311000 – Texnologik jarayolar va ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va boshqarish

bakalavriatura ta’lim yo‘nalishi bo‘yicha

### DIPLOM LOYIHASI

Mavzu: To‘qimachilik sanoatida ko‘p dvigatelli liniyalarni tadqiq etish uchun kompyuterda modellashtirish

Talaba Telmanov Uyg‘un Latipovich

Fakultet A.B.M. guruh 22a-13

Konsultantlar:

1. 1-Bob. To‘qimachilik sanoatida ko‘p dvigatelli liniyalarning rivojlanishi va hozirgi kundagi holati kat.o‘q. Iskandarov Z.E.

(DL tarkibiy qismi, konsultantning F.I.SH., sana va imzo)

2. 2-Bob. MATLAB – dinamik jarayonlarni tadqiq qilish muhiti kat.o‘q. Iskandarov Z.E.

(DL tarkibiy qismi, konsultantning F.I.SH., sana va imzo)

3. 3-Bob. Ko‘p dvigatelli boshqarish sistemalarining bir qismini kompyuterda modellashtirish kat.o‘q. Iskandarov Z.E.

(DL tarkibiy qismi, konsultantning F.I.SH., sana va imzo)

4. Mehnat muhofazasi va ekalogiya qismi dots. Roziqov R.

(DL tarkibiy qismi, konsultantning F.I.SH., sana va imzo)

5. Iqtisodiy qism Olimov A.A.

(DL tarkibiy qismi, konsultantning F.I.SH., sana va imzo)

Ilmiy rahbar Iskandarov Z.E. F.I.SH sana imzo

Kafedra mudiri Xalmatov D.A. F.I.SH sana imzo

Toshkent – 2017 yil

# TOSHKENT TO'QIMACHILIK VA YENGIL SANOAT INSTITUTI

«Tasdiqlayman»

Dekan \_\_\_\_\_

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2017 y.

## DIPLOM LOYIHASIGA TOPSHIRIQ

Kafedra \_\_\_\_\_ *T J va I C H A va B* \_\_\_\_\_

Kafedra mudiri \_\_\_\_\_ *Xalmatov D.A.* \_\_\_\_\_

(F.I.SH va imzosi)

Rahbar \_\_\_\_\_ *Iskandarov Z.E.* \_\_\_\_\_

(F.I.SH va imzosi)

Topshiriq bajarishga qabul qilindi \_\_\_\_\_ *10.11.16 y* \_\_\_\_\_

(sana)

Talaba imzosi \_\_\_\_\_ *Telmanov U.L.* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ *5311000- T J va I C H A va B* \_\_\_\_\_

(ta'lim yo'nalishi)

### Diplom loyihasini tayyorlash bo'yicha topshiriq

Talaba \_\_\_\_\_ *Telmanov Uyg'un Latipovich* \_\_\_\_\_ ga

1. Loyiha mavzusi *To'qimachilik sanoatida ko'p dvigatelli liniyalarni tadqiq etish uchun kompyuterda modellashtirish*

institut rektorining 2017 yil «06.01» №7-T - sonli buyrug'i bilan tasdiqlangan.

2. Tugallangan diplom loyihasini himoya qilish muddati \_\_\_\_\_ *17.06.2017* \_\_\_\_\_

3. Loyiha bo'yicha dastlabki ma'lumotlar *bitiruvoldi amaliyoti natijalari, adabiyotlar tahlili, Internet ma'lumotlari bilan ishlash*

4. Diplom loyihasida bajariladigan bo'limlar ro'yxati:

A) \_\_\_\_\_ *I bob* \_\_\_\_\_

B) \_\_\_\_\_ *II bob* \_\_\_\_\_

V) \_\_\_\_\_ *III bob* \_\_\_\_\_

G) \_\_\_\_\_

5. Ko'rsatilishi shart bo'lgan chizma-geometrik materiallar ro'yxati:

*Uzluksiz liniyalarda ko'p dvigatelli elektr yuritmalarning rivojlanish bosqichlari, Mashinalarning to'g'ridan-to'g'ri mato orqali bog'lanishi, Elektr yurimalarni boshkarishning umumlashgan uch koturli strukturaviy sxema*

6. Loyihaning tegishli bo'limlar bo'yicha konsultantlari \_\_\_\_\_ *D.Xalmatov* \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ *Roziqov R.* \_\_\_\_\_ *Olimov A.A.* \_\_\_\_\_

7. Topshiriq berilgan sana \_\_\_\_\_ *Bayonnoma N 4* \_\_\_\_\_ *07.10.2016* \_\_\_\_\_

## MUNDARIJA

<b>KIRISH.....</b>	<b>4</b>
<b>1-BOB. TO'QIMACHILIK SANOATIDA KO'P DVIGATELLI LINIYALARNING RIVOJLANISHI VA HOZIRGI KUNDAGI HOLATI. .</b>	<b>6</b>
<b>1.1. To'qimachilik sanoatida uzluksiz liniyalar.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2. To'qimachilik sanoati uzluksiz liniyalarda elektr yuritmalarga qoyiladigan talablar .....</b>	<b>9</b>
<b>1.3. Uzluksiz liniyalarning texnologik va mexanik bog'lanishiga ko'ra sinflanishi .....</b>	<b>15</b>
<b>1.4. Chiziqli tezliklar nomutanosibligining hosil bo'lish sabablari.....</b>	<b>21</b>
<b>2-BOB. <i>MATLAB</i> – dinamik jarayonlarni tadqiq qilish muhiti.....</b>	<b>26</b>
<b>3-BOB. Ko'p dvigatelli boshqarish sistemalarining bir qismini kompyuterda modellashtirish.....</b>	<b>33</b>
<b>MEHNAT MUHOFAZASI VA EKOLOGIY.....</b>	<b>51</b>
<b>IQTISODIY QISM.....</b>	<b>58</b>
<b>XULOSA.....</b>	<b>62</b>
<b>ADABIYOTLAR.....</b>	<b>64</b>

## KIRISH

Mustaqil Respublikamiz resurslarini tejash masalasi iqtisodiy rivojlanishning omillaridan biridir. Prezidentimiz I.A.Karimov ta'kidlaganidek: «Elektroenergetika tizimini modernizatsiya qilish, energiya iste'molini kamaytirish va energiyani tejashni samaradorlik tizimini amalga oshirish iqtisodiy raqobatbardoshligini yanada kuchaytirish, aholi farovonligini yuksaltirish ko'p jixatdan bizning mavjud resurslardan qanchalik tejamkorli foydalana olishimizga bog'likdir» [1].

Bizning davlatimizda to'qimachilik sanoati rivoji xalq xo'jaligining boshqa sohalari kabi texnologik jihozlarni texnik takomillashtirish, tezligini oshirish, ishlab chiqarishning uzluksiz metodikasini va avtomatlashgan potok liniyalarini joriy qilish xalq xo'jaligining asosiy yo'nashishlari rivojini belgilab beradi.

Hozirgi vaqtda xalq xo'jaligining boshqa sohalari kabi to'qimachilik sanoati ishlab chiqarishini ham avtomatlashtirish jadal sur'atlarda olib borilmoqda, mexnat unumdorligini oshishini, mahsulot tannarxini kamaytirishni va ishlab chiqarish madaniyatini oshishini ta'minlovchi avtomatlashtirilgan mashina, agregat, oqim liniyalari barpo etilmoqda.

Bugungi kunda mustaqil Respublikamiz barcha sohaslarida o'z rivojlanish yo'lini belgilab oldi. Sobiq Ittifoq davrida Respublikamiz asosan hom ashyo manbai bo'lib, uning iqtisodiyoti ittifoq xalq ho'jaligi uchun xizmat qilgan. Masalan, ittifoq uchun zarur paxtaning 70% ini yetkazib bergan holda, O'zbekistonda faqat 7-8% paxta qayta ishlanar edi. Mustaqillikka erishilgandan so'ng bu holda chek qoyildi. Respublikada to'qimachilik sanoati tez rivojlana boshladi. Hom ashyoni o'zimizda qayta ishlab, jahonga tayyor mahsulot chiqarish, aholini to'qimachilik mahsulotlariga bo'lgan talabini to'la qondirish uchun yangi-yangi korxonalar barpo etish, ularni zamonaviy texnologiya va asbob uskunalari bilan ta'minlash, mahsulot sifatini dunyo standartiga yetkazish hozirgi davr talabiga aylandi.

Shuni ta'kidlash kerakki, mashinasozlik zavodlarimiz tomonidan paxta va to'qimachilik sanoatlari uchun ko'plab ishlab chiqarilayotgan mashina, uskuna,

dastgohlar o'zlarining texnologik ko'rsatkichlari bilan chet el firmalari tomonidan ishlab chiqarilayotgan turdosh mashinalardan qolishmaydi. Lekin ularni kompleks mexanizatsiyalash va avtomatlashtirish borasidagi ishlar ancha orqada qolib ketgan. Masalan to'qimachilik sohasidagi ko'pgina avtomatik jarayonlar va parametrlar avtomatlashtirish va mexanizatsiyalashtirishga yanada ko'proq ehtiyoj sezadi. Maxsus moslashtirilgan sezuvchi elementlar va avtomatik nazorat qiluvchi sistemalarning avtomatlashtirilmaganligi tufayli, masalan yigirishda paxtani bir xilda uzatish, tarash, ohorlashda yoki boyashda texnologik parametrlarini, ya'ni matoning taranligini boshqarish, uni uzatishni bir xilda ta'minlash va boshqalarni o'lchash, boshqarish va nazorat qilishda qiyinchiliklarga duch kelinadi.

Ishlab turgan ko'pgina texnologik mashina va uskunalar eskirib qolganliklari, avtomatik boshqarishga emas, balki qo'l mehnatidan foydalanib ishlatishga mo'ljallab loyihalanganliklari tufayli ularning avtomatlashtirish masalasi muammo bo'lib turibdi. Ko'pgina mashina va texnologik jarayonlarning matematik modellari yaratilgan emas, ya'ni ular avtomatlashtirish ob'ektlari sifatida o'rganilmagan. To'qimachilik sanoatini kompleks avtomatlashtirish bo'yicha Respublikamizdagi har xil tashkilotlar tomonidan olib borilayotgan ishlar tahlili shuni ko'rsatadiki, hozirgi kungacha sanoqligina texnik vositalar, avtomatik qurilmalar va boshqarish sistemalari yaratilgan. Bu barcha yaratilgan vosita va sistemalar maket yoki tajriba nusxalari bo'lib, ular paxta zavodlarini kompleks avtomatlashtirishdek katta muammoni xal kila olmaydilar albatta, lekin asos bulib xizmat kilishlari mumkin.

Hozirgi yillarda davr talabiga ko'ra Respublika to'qimachilik sanoatida yuz berayotgan uzgarishlar, joriy etilayotgan yangi texnologiyalar, toladan sifatli mato ishlab chiqarish maqsadida avtomatlashtirilgan texnologiyalarni joriy qilish bilan mahsulot tannarxini keskin kamaytirish, ishchi-xizmatchilarning mehnat sharoitlarini yaxshilash mumkindir. Shu maqsadda ushbu diplom loyihasi to'qimachilik sanoatida ko'p dvigatelli liniyalarning ishlash jarayonini avtomatlashtirish masalasiga bag'ishlangandir.

# **1 BOB. ELEKTR YURITMALARGA TALABLAR, TO'QIMACHILIK SANOATI OQIM LINIYALARI KO'P DVIGATELLI ELEKTR YURITMALARI RIVOJINING KELAJAGI VA HOLATI**

## **1.1 To'qimachilik sanoati uzluksiz liniyalari.**

Ishlov berilayotgan yarimtayyor mahsulotlarning ko'rishiga ko'ra barcha mavjud to'qimachilik sanoati uzluksiz liniyalarini uchta asosiy guruhga bo'lish mumkin: tolali moddalarga ishlov berish uzluksiz liniyalari, jgutili matolarga ishlov berish uzluksiz liniyalari va tekis ko'rishdagi matolarga ishlov beruvchi uzluksiz liniyalar.

*Tolali moddalarga ishlov berish uzluksiz liniyalari yigiruv sanoatida keng qo'llaniladi. Unda presslangan qatlam ko'rishidagi turli o'lchamdagi bo'sh tortilgan tolali materiallarga ishlov beriladi.*

Texnologik bosqichning umumiy uzluksiz liniyalariga kirish soniga ko'ra yigiruv sanoatidagi barcha tolali moddalarga ishlov berish liniyalari oqimlarini to'rt tipga bo'lish mumkin: xolstli-bog'lama, tasmali-bog'lama, xom ipli bog'lama, yigirilgan ipli bog'lama.[3]

Birinchi tipga keng tarqalgan tituvchi agregatlar, ya'ni texnologik zanjirning yakuniy mashinasi hisoblangan tituvchi mashinalar kiradi.

Ikkinchi tipga chiqayotgan mahsulotni tituvchi yoki tasmali mashinadan tasma ko'rishida oluvchi agregatlar kiradi.

Xom ipli bog'lamlarga ishlov beruvchi uzluksiz liniyalari, ayrim xorijiy firmalar bilan chiqarilayotgan uch tomonlama tituvchi apparatlarni o'z ichiga oladi.

Paxta yigirish korxonalaridagi, taxlamdan yigirilgan ipni olgunga qadar inson ishtirokisiz boradigan uzluksiz texnologik jarayon, yigirilgan ipli bog'lama tipidagi moddalarga ishlov berish liniyalari tarkibiga kiradi.

Mavjud uzluksiz liniyalar tizimlaridagi mashinalarning birgalikdagi harakatidan tizimga qo'yiladigan asosiy talab, ishlab chiqarilayotgan mahsulotning doimiy qalinligini yoki solishtirma zichligini ushlab turuvchi texnologik topshiriq qaroriga bo'ysunadi.

Tolali moddalarga ishlov beruvchi uzluksiz liniyalarning xarakterli xususiyati yarimtayyor mahsulotlarda parallel va ketma-ket oqimlarning mavjudligi hisoblanadi.

*Pardozlash jarayonidagi oqartirish sexlarida birinchi navbatda jgutli matolarga ishlov beruvchi uzluksiz liniyalari* qo'llaniladi. Unda quyidagi asosiy texnologik jarayonlar amalga oshiriladi: oxorlash, qaynatish va matoni oqartirish. Ishlov berilayotgan matoga jgut shakli beriladi, nimagaki, bir vaqtning o'zida bir, ikki yoki bir nechta parallel jgutlarga ishlov beriladi.

Shunday qilib, mavjud uzluksiz liniyalar sistemalaridagi, mashina yoki seksiyalararo aloqa bevosita mato orqali amalga oshiriladi, unda mashinalarning birgalikdagi harakatidagi tizimlarga qo'yiladigan asosiy talab, asosiy texnologik topshiriqlarning bittasiga bo'ysunadi, ya'ni mato tarangligining pasayishiga. Bir nechta parallel jgutlarga ishlov berishda matoning tarangligini bevosita nazorat qilishning murakkabligidan, o'zaro texnologik bog'langan mashinalarga taranglikni tushirish maqsadida katta zahiradagi mato bilan ta'minlovchi kompensatorlar o'rnatiladi.

Jgut matolarni oqartirishdagi uzluksiz liniyalari quyidagi xarakterli xususiyatlarga ega:

1) Uzluksiz liniyalar tarkibiga kiruvchi barcha ishlab chiqarish mashinalari katta hajmdagi matoni o'zaro to'ldirgichlar o'rnatilgan qaynatilgan, spirtli va kislotali ko'rinishda yig'uvchi apparatlar guruhiga bo'linadi;

2) ko'p sonli mashinalar uzluksiz liniyasidagi ushbu mashinalar chegaralangan sondagi o'lcham tiplariga ega (yuvuvchi, materialli, siqiluvchi, bundagi paxta tolali gazlamalarga ishlov beruvchi, yuvuvchi va materialli mashinalar bir xil konstruktiv ijroga ega);

3) birgalikda ishlovchi mashinalarning unumdorligi bo'yicha bitta jgut uchun 213m gacha mato zahirasini hisoblashda foydalaniladigan etikli tipdagi qutili kompensatorlar alohida mashinalararo o'rnatiladi.

Hozirgi vaqtda oqartirish sexlaridagi uzluksiz liniyalar tuzilishini sezilarli darajada o'zgartiruvchi, tekislangan ko'rinishdagi matoga ishlov beruvchi oqim

liniyalariga yaqinlashtiruvchi, tekislangan ko‘rinishdagi matoni uzluksiz oqartirish jarayonini amalga oshirish imkonini beruvchi, oqartirishning tezlashtirilgan usullari yaratilmoqda.

*Pardozlash fabrikalarining tekislangan ko‘rinishdagi matoga ishlov beruvchi uzluksiz liniyalar* birinchi navbatda bo‘yovchi, gul bosuvchi va appretura-pardozlash sexlarida qo‘llaniladi.

Oqartiruv-tayyorlov sexlarida tekislangan ko‘rinishdagi matolarga ishlov berish tuk qirquvchi, merserlovchi va vorsovkalovchi-yung qirquvchi agregatlarda, hamda og‘ir texnik matolar, kiyimli matolar va pishitilgan kalava ipdan tayyorlangan matolarga ishlov beruvchi oqartirish agregatlarida amalga oshiriladi.

Ko‘p hollarda tekislangan ko‘rinishdagi matolarga ishlov berish bitta polotnoda amalga oshiriladi, lekin ularga ikkita parallel to‘g‘irlangan polotnolarda ham ishlov berish mumkin.

Ushbu uzluksiz liniyalar sistemalarida tarang holatdagi matoni birinchi mashinadan ikkinchi mashinaga uzatishda, mashinalarning birgalikdagi harakatidagi tizimlarga qo‘yiladigan asosiy talab, asosiy texnologik topshiriqlarning bittasiga bo‘ysunadi, ya’ni mato tarangligining pasayishiga. Ko‘p hollarda mato tarangligining tushishiga rolikli kompensator ko‘rinishidagi o‘zaro texnologik bog‘liq bo‘lgan halqa hosil qiluvchi mashinalarni o‘rnatish bilan erishiladi. Lekin amaliyotda bu maqsadni amalga oshirish uchun ba’zan qiyalik kompensatorlari ko‘rinishidagi oraliq to‘plagichlardan foydalaniladi.

Tekislangan ko‘rinishdagi matolarga ishlov beruvchi uzluksiz liniyalar navbatdagi xarakterli xususiyatlarga ega:

1) uzluksiz liniyalar tarkibiga deyarli uncha katta bo‘lmagan turli xil o‘lchamdagi mashinalar soni kiradi;

2) uzluksiz liniyali sistemalardagi mashinalarning tuzilishi, ularning konstruksiyasi va tezlik rejimlari ishlov berilayotgan matolarning fizik-mexanik xususiyatlari bilan aniqlanadi;



3) uzluksiz liniyalar sistemalaridagi mashinalar, rolikli kompensator ko‘rinishidagi halqa hosil qiluvchilar orqali, lotok ko‘rinishidagi kompensatorlar oraliq to‘ldiruvchilar va bevosita mato orqali bog‘langan bo‘lishi mumkin;

4) mashinalar, birinchi navbatda halqa hosil qiluvchi rolikli kompensatorlar orqali bog‘langan ko‘pdvigatelli avtomatlashtirilgan elektryuritmalar bilan jihozlangan agregatlarda qo‘llaniladi;

5) agregatlarda avtomatik holda birgalikda ishlashi ko‘rib chiqilmagan agregatga kiruvchi mashinalar, oraliq to‘ldiruvchilar orqali bog‘langan lotok ko‘rinishidagi kompensatorlar qo‘llaniladi.

Birinchi navbatda gul bosuvchi agregatlarda mato orqali bevosita bog‘lanish amalga oshiriladi, odatdagi konstruksiyada o‘rnatilgan kompensatorlarda mahsulot yaroqsiz chiqishi mumkin, nimagaki, gul bosuvchi mashina bilan matoni qurutuvchi mashinadan o‘tuvchi matodagi rasm qurimagan bo‘ladi.

O‘tkazilayotgan texnologik operatsiyalar xarakteriga bog‘liq ravishda agregatlar u yoki bu nomni oladi. Masalan, quritish barabani bilan birlashtirilgan, o‘tkazuvchi apparat, bajarilayotgan texnologik operatsiyalar xarakteriga ko‘ra yuvuvchi, bo‘yovchi-qaynatuvchi yoki oxorlovchi agregat nomini olishi mumkin, yana, qurilish barabani bilan birlashtirilgan agregatlarni spirtli, kraxmalli yoki naftolli deb atash ham mumkin.

Kelgusida, biz faqat texnologik belgilanishidan olinayotgan pardozning samarasi sifatida diqqatni tortuvchi matolarning turli ko‘rinishlariga ishlov berish uchun qo‘llaniladigan bir muncha xarakterli mashinalar birligini ko‘rib chiqamiz.

## **1.2. To‘qimachilik sanoatidagi elektryuritmal uzluksiz liniyalarga qo‘yiladigan talablar.**

To‘qimachilik sanoatidagi elektryuritmal uzluksiz liniyalarga qo‘yiladigan talablar navbatdagi shartlar bilan belgilanadi:

- ishlov berilayotgan yarimtayyor mahsulotlarning ko‘rinishi va ularning fizik-mexanik xususiyatlari;

- uzluksiz liniyalar tarkibiga kiruvchi mashinalarda bajarilayotgan texnologik operatsiyalarning ko‘rinishi;

- yarimtayyor mahsulotlarni mashinadan mashinaga uzatish shartlarida, yarimtayyor mahsulotlarni zahirasini yaratish uchun texnologik o‘lchamlarga asoslangan oraliq to‘ldiruvchilarning mavjudligi;

- mashina konstruksiyasining o‘ziga xos xususiyatlari va inersiya momenti va mashinaning statik qarshiligi momentlaridagi o‘zaro mavjud munosabatlar.

Uzluksiz liniyalar tarkibiga kiruvchi ishlab chiqarish mashinalari umumiy texnologik jarayon bilan bog‘liq, lekin ushbu liniya tarkibiga kiruvchi birgalikda ishlovchi barcha mashinalarning elektryuritmalini liniya oqimlariga (unumdorligi yoki tezligi, tezlik va tezlanish) qo‘yiladigan asosiy talablardan biri bilan yakunlanadi. Ikkinchi jiddiy talablardan bittasi rostlanuvchi ishchi tezlik yoki bir vaqtning o‘zida uzluksiz liniyalar tarkibiga kiruvchi barcha mashinalar yoki uning faqat alohida seksiyalari bilan bog‘liq talablar hisoblanadi. Uchinchi jiddiy talab uzluksiz liniyalar tarkibiga kiruvchi mashinalarni ishga tushirish va to‘xtatish shartlariga mos kelishini ta’minlash hisoblanadi.

Ushbu asosiy talablardan tashqari, elektryuritmalini uzluksiz liniyalarga boshqa talablar ham qo‘yilishi mumkin:

1) istalgan belgilangan ish tezligida alohida mashinalarning birgalikdagi va ajralgan holda ishlash imkoniyati;

2) normal ish sharoitlari buzilganda barcha yoki alohida uzluksiz liniyalardagi mashinalarning avtomatik ravishda hamda bir vaqtda to‘xtab qolishi;

3) alohida ish rejimlarining tovushli hamda yorug‘lik signallari bilan birga amalga oshirilishi;

4) dvigatellarning atrof muhit sharoiti va h.k.lardan himoya qilish.

Uzluksiz liniyalarning katta masofada cho‘zilganligi tufayli, ular uchun umumiy talablar quyidagilardan iborat:

- uzluksiz liniyalar tarkibiga kiruvchi barcha mashinalarni ishini yuritish, to‘xtatish hamda ularning tezligini sozlashning masofaviy va markazlashgan boshqarilishi;

- past tezlikda alohida mashinalarni yarimtayyor mahsulotlar bilan to'ldirish uchun qisqa vaqt ichida ishga tushirish yoki qisqa ish vaqti imkoniyatlari;
- avtomatlashtirilgan ko'p dvigatelli elektryuritmasi tizimiga kiruvchi elektr jihozlarining barcha qismlarining yuqori darajadagi ishonchliligi.

Agarda uzluksiz liniyalar tarkibiga kirmaydigan biror bir mashinaning avtomatlashtirilgan elektryuritma sxemasidagi komponentlarning biri ishdan chiqishi korxonaning ishiga faqatgina qisman ta'sir ko'rsatsa, unda avtomat sexning yoki ko'p dvigatelli elektryuritma sxemasining birining ishdan chiqishi butun bir ishlab chiqarish jarayonini to'xtatib qo'yishi mumkin.

Liniya oqimidagi elektryuritmalarga qo'yiladigan asosiy talablarni ko'rib chiqamiz.

**Mashinalarning muvofiqlashtirilgan holda ishlashi.** Uzluksiz liniyalardagi mashinalarning muvofiqlashtirilgan holda ishlashi ham yarimtayyor mahsulotlarni etkazib berish, ham yarimtayyor mahsulotlarning texnologik bog'liq mashinalar orasida tortilishini cheklash uchun muhimdir.

Uzluksiz liniyalar tizimida mashinalarning muvofiqlashtirilgan holda ishlashini ta'minlash uchun mashinalar ish organlaridagi yarimtayyor mahsulotlar chiziqli tezligining muvofiqsizligi minimal bo'lishi, shuningdek har bir mashinaning belgilangan tezligi sezilarli ravishda uning validagi statik qarshilik holatining o'zgarishiga bog'liq bo'lmasligi kerak.

Uzluksiz liniyalarda alohida mashinalar yoki seksiyalar orasida belgilangan tezliklarning tengligi yoki nisbatan muvofiqligini saqlab turish uchun bunker, kamera, quti yoki og'ma kompensator ko'rinishidagi oraliq to'plagichlarning bo'lishi talab etilmaydi, va yarimtayyor mahsulotlarning mashinadan mashinaga uzatilishi dvigatellar tomonidan ularning tabiiy tavsiflari orqali amalga oshiriladi. Mashinalar orasida yuzaga kelgan yarimtayyor mahsulotlar chiziqli tezliklarning nomuvofiqliklari ularni oraliq to'plab boruvchiga yig'ib undan tanlashga olib kelib, bu yarimtayyor mahsulotlarning oraliq to'plab boruvchidagi darajasi yoki vaznining o'zgarishidan qat'iy nazar mashinalarning unumdorligini

muvofiqlashtirish uchun ishlatiladi. Birinchi tamoyil jgut matolarga ishlov berish uchun yumshatish-titish agregatlarida – oqartiruvchi agregatlarda qo‘llaniladi.

Unumdorlik bo‘yicha muvofiqlashtirilgan ish odatda oraliq to‘plagich orqali birikkan mashinalarni davriy yoqish va o‘chirish yo‘li bilan amalga oshiriladi va quyidagi shartlarga javob berishi kerak.

1. YUmshatish-titish agregatlarida isning chiqishini hisobga olmaganda

$$Q_1 = Q_2 = \dots = Q_n \quad (1.1)$$

Bu erda:  $Q_{1÷n}$  - agregatning ma’lum bir ish davrida alohida mashinalar yoki parallel ishlaydigan mashinalar guruhlarini tomonidan qayta ishlanadigan yarimtayyor mahsulotlar miqdori, kg/soat.

2. Oqartiruvchi agregatlarda jgutli matoga ishlov berishda:

a) texnologik bog‘liq mashinalar orasidagi mato deformatsiyalanganda

$$C_1 v_1 \sum_1 t_p = C_2 v_2 \sum_2 t_p = \dots = C_{n-1} v_{n-1} \sum_{n-1} t_p = v_n \sum_n t_p; \quad (1.2)$$

b) texnologik bog‘liq mashinalar orasidagi mato deformatsiyalanmaganda

$$v_1 \sum_1 t_p = v_2 \sum_2 t_p = \dots = v_{n-1} \sum_{n-1} t_p = v_n \sum_n t_p; \quad (1.3)$$

Bu erda  $C_{1÷(n-1)}$  - mato deformatsiyasini hisobga oluvchi koeffitsientlar;

$v_{1÷n}$  - jgutning mashina ish organlaridagi chiziqli tezligi, m/daqiqqa;

$\sum_{1÷n} t_p$  - agregatning ma’lum bir ish davridagi alohida mashinalarning umumiy ish vaqti yig‘indisi, daqiqqa.

Uzluksiz liniyalarda mashinalarning muvofiqlashtirilgan ishi uchun shart-sharoitlar berilgan sozlash diapazoni doirasida ularda o‘rnatilgan istalgan ish (basis) tezligida ta’minlanishi kerak.

**Ish tezligini rostlash.** Optimal texnologik rejimlarni ta’minlash hamda to‘qimachilik sanoatidagi uzluksiz liniyalari tarkibiga kiruvchi mashinalar ishlab chiqaradigan mahsulot sifatini oshirish uchun ular yoki doimiy, yoki ishlov beriladigan yarimtayyor mahsulotlar va texnologik parametrlarning o‘zgarishiga bog‘liq tarzda vaqti vaqti bilan o‘zgaruvchan tezlikda ishlashlari kerak.

Tolali moddalarga ishlov beruvchi uzluksiz liniyalarda tezlikni sozlab turish talab qilinmaydi. Bu liniyalarning tarkibiga kiruvchi mashinalarning asosiy ish

organi doimiy tezlikda ishlashlari kerak. (yumshatish-titish agregatlarida urishi va titishi kerak, alohida mexanizmlarda uch tomonlama tituvchi apparatlar).

Pardozlash jarayonining uzluksiz liniyalarda kimyoviy ishlov berish uchun quritish qurilmalari va texnologik apparatlar, shimdiriluvchi va bo'yovchi keng assortimentdagi matolarga ishlov berishda ishchi tezlikni rostdash talab qilinadi.

Bu talab qilingan namlik va  $1 \text{ m}^2$  yuzadagi matoning vazni, shuningdek matoning turli konsentratsiyadagi kimyoviy qorishmalarda bo'lish vaqtining o'zgarishi va matoga ishlov berish turlariga bog'liq ravishda matoning quritish qurilmasidan o'tish vaqtining o'zgartirish zaruriyati orqali paydo bo'ladi.

O'z tarkibiga turli texnologik apparatlarni qamrab olgan liniya oqimlarining ish tezliklarini sozlash diapazoni, asosan ishlov beriladigan mato og'irligining o'zgarish diapazoni bilan aniqlanadi.

Quritish shartlari bo'yicha ish tezliklarini sozlashning diapazoni  $D$  quyidagi nisbat bilan ifodalanishi mumkin:

$$D = \frac{v_{\max}}{v_{\min}} = \frac{\delta_{\max}}{\delta_{\min}} \quad (1.4)$$

Bu erda  $v_{\max}$  va  $v_{\min}$  - matoning mashina ish organlaridagi maksimal va minimal chiziqli tezligi.

$\delta_{\max}$  va  $\delta_{\min}$  - mos ravishda 1 pog.m. Quruq matoning maksimal va minimal og'irligi,  $\text{kg/m}^2$ .

### **Uzluksiz liniyalar tizimida mashinalarni ishga tushirish va to'xtatish.**

Uzluksiz liniyalarda mashinalarni ishga tushirish va to'xtatishning shartlari oraliq to'plagichlarning o'lchamlari, ishlov beriladigan yarimtayyor mahsulotlarning fizik-mexanik xususiyatlari va mashinalar konstruksiyalarining o'ziga xos xususiyatlari bilan aniqlanadi. Katta oraliq to'plagichlarga ega bo'lgan uzluksiz chiziqlarda yarimtayyor mahsulotlar zahirasini yaratish uchun mashinalarni ketma-ket ravishda ishga tushirish va to'xtatish amaliyoti talab qilinadi. SHunday qilib, yumshatish-titish agregatlarida u yoki bu mashinalarning ichida paxta tiqilib qolishining oldini olish uchun mashinani ishga tushirish paxta harakatiga qarama-qarshi yo'nalishda, uni to'xtatish esa – paxta yo'nalishi bo'ylab amalga oshirilishi

kerak. Oqartirish agregatlarida jgutli matoga ishlov berish uchun yoki ba'zi bir agregatlar uchun matoga tuzatilgan ko'rinishda ishlov berish uchun (masalan, paxmoqlash-qaychilash) mashinalarni ishga tushirish va to'xtatish matoning harakati yo'nalishi bo'ylab amalga oshirilishi kerak bo'lib, bu mashina ishga tushirilganda matoni oraliq to'plagichda to'plash, mashina to'xtaganda esa uni tanlash imkonini yaratadi.

Mashinalarni ketma-ket ishga tushirish qator holatlarda o'zgaruvchan tok dvigatellarining ishga tushirish toklarining qo'yilishining oldini olish zarurati bilan talab qilinadi.

Uzluksiz liniyalarda matoga tuzatilgan ko'rinishda ishlov berish uchun ilmoq paydo qiluvchilar bo'lganda mashinalarni ishga tushirish va to'xtatish bir vaqtda va muvofiqlashtirilgan holda amalga oshirilishi kerak.

Mashinalar harakatlanishining muvofiqlashtirilganligi talabi odatda mato uchun kerak bo'lgan yo'llarning turli-tumanligi ushbu davrlarda, ilmoq hosil qiluvchilardagi mato zahirasi ruxsat etilgan darajada o'zgarish chegarasidan chiqmasligi kerak. Mato zahirasi katta (7 m dan katta) hamda ish tezligi nisbatan pastroq bo'lganda (60 m/daqiqqa) mashinalar ishining muvofiqlashtirilganligi sharti mashinaning erkin yurishi rejimi orqali etishishi mumkin. Kompensatorlar hajmining kamayishi hamda ish tezliklarining oshirilishi mashinalarning muvofiqlashtirilgan holda to'xtashini ta'minlovchi tizimlarni, shuningdek elektr muvofiqlashtirilgan tormozlanishni qo'llashni talab qiladi.

Oraliq to'plagichlarga ega bo'lmagan uzluksiz liniyalarda (uzluksiz liniyalar mato orqali bevosita bog'langan, uch taramli apparatlar) mashinalarning ishga tushishi va to'xtatilishi bir vaqtda amalga oshirilib u tenglikni yoki (7) va (9) shartlarga muvofiq berilgan nisbatni ta'minlaydi.

Barcha vaziyatlarda uzluksiz liniyalar tizimidagi mashinalarning ishga tushishi quyidagi shartga muvofiq tezlanishning doimiy va belgilangan miqdoriga mos kelishi kerak:

$$dv/dt = \text{const}; dv/dt < a_{\text{max}}, \quad (1.5)$$

Bu erda  $a_{\max}$  - alohida mashinalar hamda ishlov beriladigan yarimtayyor mahsulotlar uchun maksimal ruxsat etilgan tezlanish,  $m/s^2$ .

Uzluksiz liniyalar tarkibidagi barcha mashinalar o'zlarining konstruksiyasi tufayli qisqa yopilgan rotor bilan asinxron dvigatellardan to'g'ridan-to'g'ri ishga tushiriladi.

Liniya oqimlaridagi tekislangan ko'rinishdagi matolarga ishlov berishda (ishlab chiqarish mashinalarida tezlanish qiymati quyidagilar orasida bo'ladi):

$$dv/dt=0,03\div 0,35 \text{ m/s}^2. \quad (1.6)$$

Kichik qiymatlar doimiy tok yuritmalariga mansub, katta qiymatlar esa o'zgaruvchan tok yuritmalariga mansubdir.

**Ishlab chiqarish mashinalarini reverslash.** Liniya oqimidagi mashinalarni yarimtayyor mahsulotlar bilan to'ldirishda ba'zi bir hollarda ishchi vallarni qisqa vaqt mobaynida qarama-qarshi yo'nalishda aylantirish talab qilinadi, masalan noto'g'ri to'ldirilgan mato uchini o'chirish yoki matonig noto'g'ri to'ldirilganligi haqida ogohlantirish uchun. Biroq ushbu talab xarakterli hisoblanmaydi hamda elektryuritm tizimlarini tanlashni belgilab bermaydi.

### **1.3. Uzluksiz liniyalardagi uzatiluvchi nuqtalarning texnologik va mexanik bog'lanishlarga ko'ra sinflanishi.**

Elektrotexnika sanoatida o'zlashtirilgan ko'p dvigatelli elektryuritmali tizimlarning rivojlanishi texnik vositalarning rivojlanishi bilan chambarchas bog'liq. Ko'pdvigatellilik nuqtai nazaridan ko'pdvigatelli elektryuritmali dvigatellarning takomillashuvi va rostdash va boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimlarini yaratish nuqtai nazaridan birmuncha takomillashgan mavjud yangi texnik vositalar yangi imkoniyatlarni ochdi.

To'qimachilik sanoatidagi uzluksiz liniyalarda rivojlanayotgan yo'nalishlardan bittasi o'tkaziluvchi nuqtalar sonining ko'payib borayotganligi, shu bilan birga ko'pdvigatellilikni ortishi bilan bog'liq. Ko'pdvigatellilikni ortib borishi iqtisodiy omillarni (mehnat unumdorligini ortishi, mahsulot sifatining yaxshilanishi) keltirib chiqaradi va quyidagicha shartlanadi:

1) tolali moddalarga ishlov beruvchi uzluksiz liniyalarda texnologik bosqichning yakunidagi texnologik oqimga ulangan mashina;

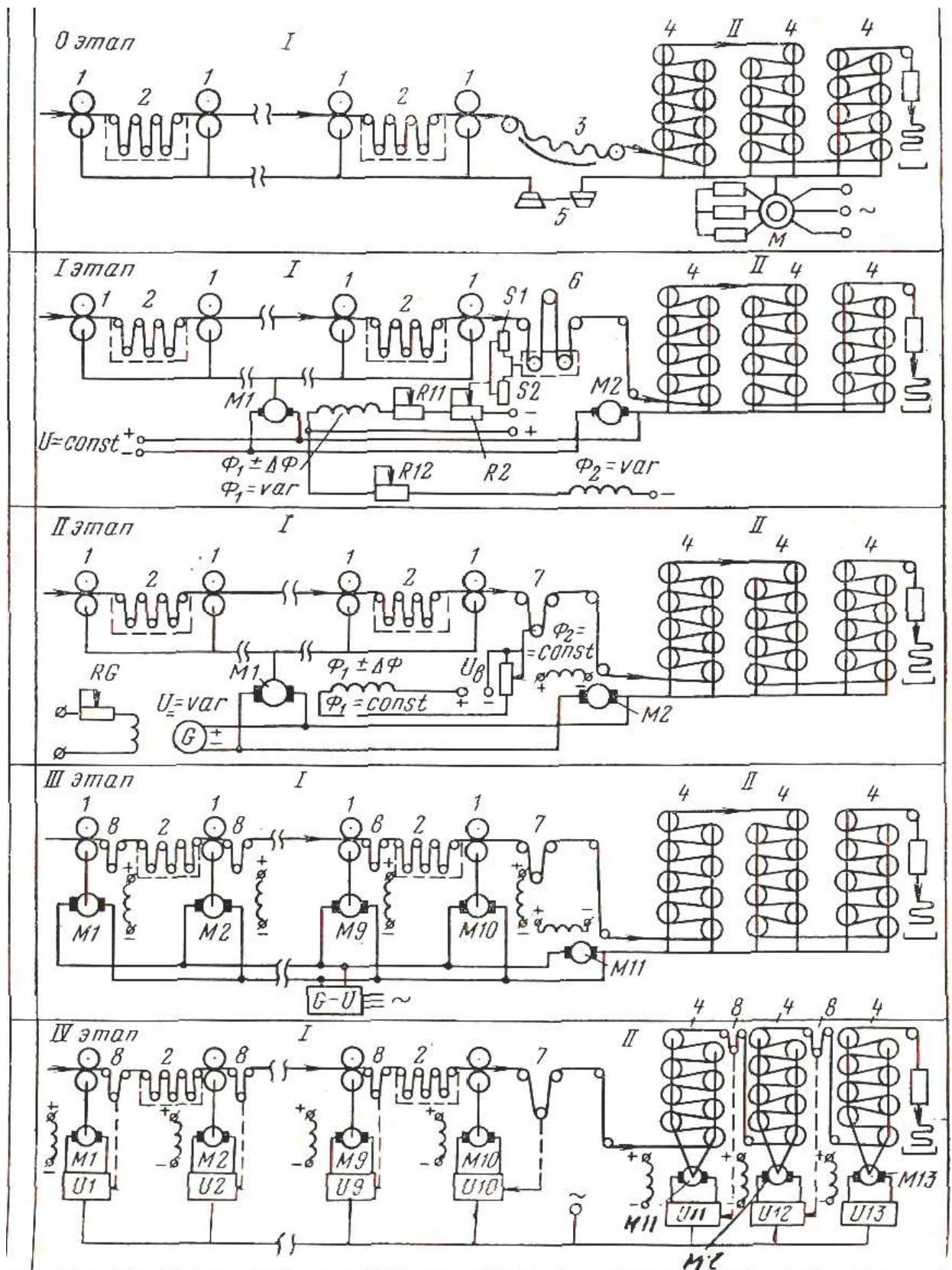
2) jgutli matolarga ishlov beruvchi uzluksiz liniyalarda- yordamchi mexanizmlar elektrofikatsiyasi;

3) matoni tekislangan ko‘rinishda qayta ishlash uchun uzluksiz liniyalarda– ishlab chiqarish mashinalarining alohida seksiyalarining mexanik bog‘lamalarini elektr bog‘lamalarga almashtirish.

So‘nggi yillarda shunday tendensiya kuzatilmoqdaki, ko‘p dvigatelli elektryuritma tizimida har bir dvigatel alohida tiristor o‘zgartirgichdan (U1-U13) elektr ta‘minotini oladi. Barcha yuritma nuqtalarining tezligini bir vaqtning o‘zida tartibga solish operator tomonidan alohida o‘zgartirgichlarni boshqarish tizimlariga bir vaqtning o‘zida ta‘sir ko‘rsatish hisobidan amalga oshiriladi. Mashinalarning ishchi organlarida chiziqli tezliklarning har xil bo‘lishi kompensatsiyasi mato kompensatorining kontaktsiz selsin datchiklari yordamida etaklanuvchi uzatma nuqtalarining o‘zgartirgichlari chiqishida kuchlanishning qo‘shimcha o‘zgartirilishi hisobidan amalga oshiriladi. Quritish baraban mashinasining *II* har bir ustuni ustiga alohida dvigatellarni o‘rnatish hisobidan ko‘pdvigatellik ko‘rsatkichi oshdi.

Turli uzluksiz liniyalar (3;4;5) uchun ko‘p dvigatelli elektryuritmalarning holati va rivojlanishini ko‘rib chiqamiz.





1.1. rasm.Uzluksiz liniyalarda ko'p dvigatelli elektr yuritmalarning rivojlanish bosqichlari.

I – yashikli o'tish apparati; II – uch ustunli quritish baraban mashinasi; 1- siqish bug'lari; 2-matoni yuvib tashlash yoki texnologik qayta ishlash vannalari; 3-

lotekli kompensator; 4- quritish baraban mashinasi ustunlari; 5-konussimon yuritma; 6, 7, 8 - mato kompensatori; M1 - M13 – yuritma dvigatellari; G - markazlashtirilgan mashina o'zgartirgich; G – U – markazlashtirilgan yoki statik o'zgartirgich;  $U1 - U13$  – alohida tiristor o'zgartirgichlar; S1-S2 – mato kompensatorining yo'nalish vklyuchatchellari.

Uzluksiz liniyada mato transportirovkasi unga kiruvchi texnologik mashinalar ishchi organlari tomonidan amalga oshiriladi. Keyinchalik matoni uzatadigan va uzatma qurilmasidan harakat oladigan qurilmalarni uzatma nuqtalari deb ataymiz.

Uzluksiz liniya tizimida mashinalarning eng xarakterli birikmalarining texnologik sxemalari tahlili shuni ko'rsatadiki, ikkita bir-biriga o'xshash uzatma nuqtalari orasidagi butun texnologik joyni (deformatsiya zonasi) ishlov berish zonasiga ajratilib, u erda mato texnologik ishlov berishga, faqatgina matoning transportirovkasi amalga oshadigan transportirovka zonasiga ajratib ko'rsatish mumkin.

Matoning transportirovkasi va ishlov berilishi jarayonida mato uning uzayishi yoki o'tirishini chaqiradigan mexanik va termostatik ta'sirga uchraydi. Matoning butun uzluksiz liniya uchastkalarida ko'p jihatdan bir-biriga o'xshash uzatma nuqtalarining texnologik va mexanik bog'liqliklar turi bilan belgilanadi. 1-jadvalda uzatma nuqtalarining bog'liqliklari bo'yicha mavjud uzluksiz liniyalarning ehtimolli klassifikatsiyami keltirilgan, va ularning alohida uzatma nuqtalari orasida tezliklar nisbati va matoning taranglashishiga ta'siri ko'rsatilgan [6]. Bu erda  $l$  – uzatma nuqtalari,  $M$  – uzatma elektrodvigateLLari;  $v$  – mashinaning ishchi organlari doira tezligiga teng bo'lgan matoning chiziqli tezligi;  $F$  – uzatma nuqtalari orasida matoning taranglashishi.

Birinchi guruhga barcha uzatma nuqtalari qattiq mexanik bog'lanishga ega bo'lgan, va umumiy dvigateldan  $M$  harakatga keltiriladigan uzluksiz liniyalar tegishli bo'ladi. Mashinalarning ishchi organlari bir xil doira tezligiga ega bo'lganligi sababli, ular orasida mato taranglanishi doimiy ko'rsatkichga ega bo'lib saqlanmaydi va berilgan qiymatdan mato taranglik xususiyatlari bilan

aniqlanadigan kattalikka farqlanadi. Agar matoni qayta ishlash jarayonida mato faqat uzayishga uchrasa, u holda uning tarangligini ta'minlash uchun texnologik jarayon davomida ishchi organlarning doira tezligini matoga ishlov berish joylarida uning ehtimolli uzayishi kattaligiga oshiriladi. Ammo bu faqat tor assortimentdagi matolarga ishlov berish vaqtida bajarilishi mumkin.

Ikkinchi guruhga uzatma nuqtalari orasida mato erkin ilmoq 2 holatida saqlanadigan uzluksiz liniyalar kiradi. Bu holat uzatma nuqtalari orasida mato taranglanishi yo'qligi bilan xarakterlanadi. Tezlik rejimi etaklovchi (texnologik jarayon davomida oxirgi) uzatma nuqta bilan beriladi, boshqa uzatma nuqtalarining tezliklari esa ilmoq o'lchamidan bog'liq ravishda taranglik yo'qligini ta'minlovchi datchiklar 3 yordamida tartibga solinadi. Ilmoq uzunligini doimiylik elastik bog'lanishlarga ega ko'p dvigatelli elektr uzatmalari tizimlari bilan ta'minlanishi mumkin.

Uchinchi guruhga uzatma nuqtalari orasida rolik kompensatorlar 4 ko'rinishidagi ilmoq hosil qiluvchilar o'rnatiladigan uzluksiz liniyalar mansub. Bu holda mato taranglanishi doimiy bo'ladi, va kompensatorning harakatlanuvchi qismlari og'irlik kuchi bilan aniqlanadi. Liniyaning tezlik rejimi etakchi mashina bilan beriladi, qolgan mashinalarning tezliklari esa ilmoq o'lchamlaridan kelib chiqqan holda berilgan darajalarda mato tarangligini ta'minlovchi kompensatorlar datchiklari 5 yordamida tartibga solinadi. Ilmoq uzunligi doimiylik elastik bog'lanishlarga ega ko'p dvigatelli elektr uzatmalari tizimlari bilan ta'minlanishi mumkin.

Mavjud uzluksiz liniyalarning uzatma nuqtalari bog'lanishlari turlari bo'yicha sinflarga ajratish, va ularning tezliklar nisbati va alohida uzatma nuqtalari orasida mato taranglanishi 1-jadvalda keltirilgan.

Группа поточной линии	Системы связей приводных точек	Условное изображение поточной линии	Характеристика систем связей
1.	Система с жесткой связью		$v_1 = v_2 = \dots = v_{n-1} = v_n$ $F_2 \neq \dots \neq F_{n-1} \neq F_n = \text{var}$
2.	Система со свободной петлей		$v_n = \text{const}$ $v_1 \neq v_2 \neq \dots \neq v_{n-1} = \text{var}$ $F_2 = \dots = F_{n-1} = F_n \approx 0$
3.	Система с роликовыми компенсаторами		$v_n = \text{const}$ $v_1 \neq v_2 \neq \dots \neq v_{n-1} = \text{var}$ $F_2 = \dots = F_{n-1} = F_n = \text{const}$
4.	Система с роликовыми компенсаторами		$v_1 \neq v_2 \neq \dots \neq v_n = \text{var}$ $F_{\text{min}} < F_2 < \dots < F_n < F_{\text{max}}$

To'rtinchi guruhga uzatma nuqtalari mashina va mexanizmlar bog'lanishi tezliklarini kuch bilan muvofiqlashtirishda bevosita mato orqali amalga oshiriladigan uzluksiz liniyalar mansub. Bu ko'p dvigatelli elektryuritmasi tizimida yumshoq mexanik xarakteristikali yoki dvigatellarni yoqishning maxsus sxemalarini, masalan elektr differensial sxemasining qo'llanilishida mumkin bo'ladi. Bu holatda mato taranglanishi doimiy bo'lib saqlanmaydi, va  $P_{min}$  dan  $F_{max}$  gacha o'zgarib turadi.

Hozirgi vaqtda mato tarangligi doimiyligini ta'minlash uchun rolik kompensatorli tizimlar ko'p qo'llaniladi.

#### **1.4. Chiziqli tezliklarning har xil bo'lib qolishi sabablari.**

Matoning uzluksiz liniya tizimida o'zaro bog'langan mashinalar orasida nomaqbul taranglanishi yoki uning susayishi yuzaga kelishi o'zaro bog'langan uzatma nuqtalari tezliklarining har xil bo'lib qolishi paydo bo'lishini belgilovchi mexanik yoki texnologik ta'sirlarning yuzaga kelishi sababli chaqirilishi mumkin.

Agar uzluksiz liniya tizimida ishlayotgan mashinalar kinematikasi mato deformatsiyasini hisobga olgan holda hisoblangan bo'lsa, u holda mashinalar ishchi organlarining doira tezliklari (4) va (6) shartlariga muvofiq qo'yidagi tengizliklarga mos kelishi lozim:

matoning uzayishida,  $C_{1\div(n-1)} > 1$  bo'lganida

$$v_1 < v_2 < \dots < v_{n-1} < v_n \quad (1.7)$$

matoning uzunligi bo'yicha o'tirib qolishi  $C_{1\div(n-1)} < 1$  bo'lganida

$$v_1 > v_2 > \dots > v_{n-1} > v_n \quad (1.8)$$

Agar uzluksiz liniya tizimida ishlayotgan mashinalar kinematikasi matoning o'zaro texnologik bog'langan deformatsiyasini e'tiborga olgan holda hisoblangan bo'lsa, u holda barcha mashinalar ishchi organlarining doira tezliklari (5) va (8) shartlariga muvofiq teng bo'lishi, va  $v$  hisoblash qiymatlarini hisoblash uchun qo'yidagi tartibda yozilishi mumkin:

$$v_{p1} = v_{p2} = \dots v_{p(n-1)} = v_n \quad (1.9)$$

Ammo, mashinalar kinematikasini ham tezliklarning berilgan tezliklari (4), (6) bo'yicha ham, ham tezliklar tenglamasi (15) bo'yicha ham matoning haqiqiy tezligi hisoblangan tezliklari bilan mos tushmaydi va matoning chiziqli tezligining hisoblangan qiymatlardan ehtimolli og'ishini qo'yidagi ko'rinishda ifodalanishi mumkin:

$$\sum \Delta v = \pm \Delta v_t \pm \Delta v_k \pm \Delta v_b - \Delta v_c \pm \Delta v_x \pm \Delta v_m \quad (1.10)$$

Bu erda  $\Delta v$  – mashinalarning ishchi organlarida mato tezligining ehtimolli chetga chiqishi;

$\Delta v$  – matoning deformatsiyasi hisobidan tezlikning chetga chiqishi;

$\Delta v_t$  – kinematik noaniqligi hisobidan tezlikning chetga chiqishi;

$\Delta v_k$  – vallarni tayyorlashning noaniqligi, ularning ortiqcha sayqallanishi va emirilishi hisobidan tezlikning chetga chiqishi;

$\Delta v_c$  – matoning val bo'yicha siljib o'tishi hisobidan tezlikning chetga chiqishi;

$\Delta v_x$  – dvigatellarning mexanik xarakteristikalarini turlicha bo'lishi hisobidan tezlikning chetga chiqishi;

$\Delta v_m$  – statik qarshilik momenti o'zgarishi hisobidan tezlikning chetga chiqishi.

(1.10) ifodaga muvofiq, tezlikning hisoblangan qiymatidan umumiy chetga chiqishi musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Ishlab chiqarish mashinasining chiqarish yoki qabul qilish organlari hisoblangan tezlikka muvofiq keluvchi tezlikka ega bo'lishini ta'minlash uchun bu chetga chiqishlarni kompensatsiyalash, ya'ni olingan chetga chiqish belgisiga qarama-qarshi belgi bilan dvigatelning burchak tezligini o'zgartirish mumkin.

Dvigatel burchak tezligining kompensatsiyalovchi chetga chiqishini nisbiy kattaliklarda yoki liniya tezligi bazaviy qiymatlarida ifodalangan mato liniya tezliklari chetga chiqishlari bo'yicha aniqlanishi mumkin.

Bazaviy tezlik sifatida etaklovchi mashinaning tezligini qabul qilib, tezliklarning nisbiy chetga chiqishlari  $\Delta v$  kompesatsiyalovchi qiymatlari uchun tenglamani yozamiz:

$$\sum \Delta v = \mp \Delta v_T \mp \Delta v_K \mp \Delta v_B \mp \Delta v_C \mp \Delta v_X \mp \Delta v_M \quad (1.11)$$

Bu erda har bir tarkibiy qismi qo‘yidagi nisbat bilan ifodalanishi mumkin:

$$\Delta v = \left( \frac{\Delta v}{v_n} \right) \cdot 100 \quad (1.12)$$

Matoning chiziqli tezligining hisoblangan tezligidan nisbiy chetga chiqishini alohida tashkil etuvchilarini ko‘rib chiqamiz. Ko‘pchilik hollarda mato deformatsiyasining aniq hisoblanishi murakkabligi (ayniqsa texnologik ishlov berishlarni o‘zgartirishni talab qiluvchi keng assortimentdagi matolarga ishlov berishda) sababli, amaliyotda mashinalar kinematikasini hisoblash odatda (1.12) shartga ko‘ra amalga oshiriladi. Bu holda mato deformatsiyasini hisobga oluvchi qiymatni mato deformatsiyasi koeffitsientlari orqali topish mumkin:

$$\pm \Delta v_{T1 \div (n-1)} = v_{p1 \div (n-1)} - v_{1 \div (n-1)} = v_n - \frac{v_n}{C_{1 \div (n-1)}} \quad (1.13)$$

Matoning deformatsiya hisobidan uning chiziqli tezligi chetga chiqishi uning cho‘zilishida,  $C_{1 \div (n-1)} > 1$  bo‘lganida musbat, va uning qisqarishida,  $C_{1 \div (n-1)} < 1$  bo‘lganida manfiy bo‘ladi.

Bu chetga chiqishlar alohida mashinalar uchun qo‘yidagi chegaralarda bo‘lishi mumkin:

$$\Delta v_T = (-2) \div (+4)\% \quad (1.14)$$

Alohida mashina chegaralarida ko‘p hollarda matoning cho‘zilishi yoki qisqarishi mashinalarning ketma-ket va chiqish organlarining uzatmalarini tezlashtirish yoki sekinlashtirish qurilmasi bilan kinematik qiymat  $\Delta v_K$  yordamida hisoblanadi.

Bir qator agregatlarning kinematikasi tahlili shuni ko‘rsatdiki, kinematika noaniqligi hisobidan tezlikning ehtimolli chetga chiqishi  $\Delta v_K = \pm(0,28 \div 2,42)\%$  atrofida bo‘ladi. Bo‘yash-pardozlash qurilmasi SKV ma’lumotlariga ko‘ra,

$$\Delta v_k = \pm 1,5\%$$

Val diametri noaniqligi hisobidan tezlikning ehtimolli chetga chiqishi uni tayyorlash ruxsati bilan qo‘yidagi nisbatdan aniqlanishi mumkin:

$$\pm v_k = \frac{D_{B,p} - D'_B}{D_{B,p}} \quad (1.15)$$

Bu erda  $D_{B,p}$  – valning hisoblangan diametri;

$D'_B = D_{B,p} \pm \Delta$  – valning haqiqiy diametri;

$\Delta$  – valni tayyorlashga ruxsat

Vallarning emirilishi va o‘tkirlanishi natijasida chiziqli tezliklarning har xil bo‘lishi metall yoki rezina qoplamali zamonaviy mashinalar uchun katta ahamiyat kasb etmaydi, chunki etakchi vallarning materiallari uzoq muddat davomida diametrlarning doimiyligini saqlaydi. Rezinasizlantirilgan vallarning davriy o‘tkirlanishi ularning diametrini 0.5%ga o‘zgartirishi mumkin.

Bo‘yash-pardozlash qurilmasi SKV ma’lumotlariga ko‘ra, matoning chiziqli tezligining uning siljishi hisobidan nisbiy o‘zgarishi

$$\Delta v_c = -(1 \div 2)\% \text{ atrofida bo‘ladi.}$$

Mexanik xarakteristikalarining har xil bo‘lishi va statik qarshilik momenti o‘zgarishi sababli chiziqli tezliklarning ehtimolli chetga chiqishlari ishchi tezliklarni tartibga solishning berilgan diapazoni chegaralarida EDS-o‘zgartiruvchining qiymatlarida dvigatelning mexanik xarakteristikalari tenglamasini ko‘rib chiqish asosida birgalikda baholanishi mumkin.

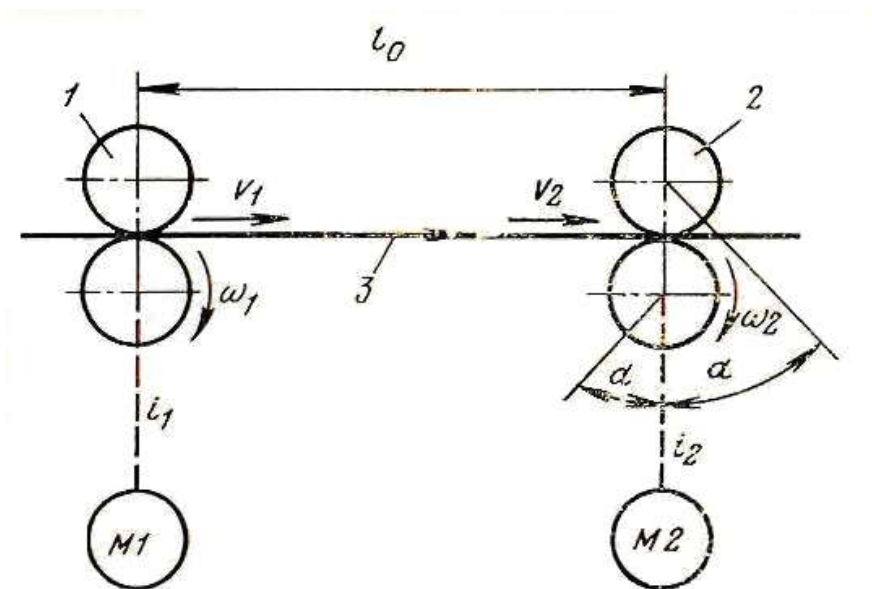
Matoning ikkita texnologik bog‘langan mashinalar ( $n$ ) va ( $n-1$ ) orasida matoning chiziqli tezliklari har xil bo‘lishi ostida mazkur mashinalarning chiziqli tezliklari umumiy chetga chiqishlarining hisoblangan qiymatlardan algebraik farqi tushunilishi lozim

$$\pm \Delta v = \left( \sum \Delta v_n \right) - \left( \sum \Delta v_{n-1} \right) \quad (1.16)$$

Mazkur ifodaga muvofiq tezliklarning eng katta farqlanishi ularning hisoblangan qiymatlardan chetga chiqishlari turli belgilarga ega bo‘lganda sodir



bo‘ladi. Mavjud uzluksiz liniyalarda tezliklar har xil bo‘lishi belgilari  $\pm(5\div 10)\%$  ni tashkil qiladi.



1.2-rasm. Mashinalarning to‘g‘ridan-to‘g‘ri mato orqali bog‘lanishi: 1 va 2 ishchi tortish rolislari; 3 – mato.

Mato taranglanishida chiziqli tezliklar har xil bo‘lishi ta’sirini ishchi katoklari mato 3 orqali bevosita bog‘liqlikka ega bo‘lgan ikkita uzatma nuqta 1 va 2 (1.2-rasm) misolida ko‘rib chiqamiz. Mazkur sxemada ishchi katoklar 1 ishga M1 dvigatel orqali tushiriladi, ishchi katoklar 2 esa ishga M2 dvigatel orqali tushiriladi. Dvigatellar va ishchi katoklar orasidagi uzatma munosabatlari muvofiq ravishda  $i_1$  va  $i_2$  ga teng, matoning katoklardan chiqishida chiziqli tezliklar esa muvofiq tarzda  $v_1$  va  $v_2$  ni tashkil qiladi.

Mashinalar ishchi organlarida matoning chiziqli tezliklari har xil bo‘lishi uning yuzaga kelishi sababidan bog‘liq bo‘lmagan ravishda yoki ilmoq hosil bo‘lishiga yoki matoning taranglanishiga olib keladi. Agar katoklar tezligi  $l$  katoklar 2 tezligidan katta bo‘lsa, ya’ni  $v_1 > v_2$  bo‘lsa, u holda katoklar orasida matoning jamlanishi jarayoni va ilmoq hosil bo‘lishi kuzatiladi.

Tezliklarning har xil bo‘lishi boshlanishidan boshlab o‘tgan vaqt  $t$  ichida katoklar orasida jamlanadigan mato miqdori qo‘yidagiga teng bo‘ladi

$$\Delta l = (v_1 - v_2)t = \Delta v t \quad (1.17)$$

## **2 BOB. *MATLAB* – dinamik jarayonlarni tadqiq qilish muhiti**

Zamonaviy komp`yuter matematikasi matematik hisoblarni avtomatlashtirish uchun *Eurika*, *Gauss*, *Derive*, *Mathcad*, *Matemtica*, *Marle V* va boshqa dasturiy tizimlar va dasturlarning to'plamlarini taklif qiladi. Ular orasida *MATLAB* imkoniyatlari va mahsuldorligi yuqoriligi bilan ajralib turadi [2].

*MATLAB* asosan quydagi vazifalarni bajarish uchun ishlatiladi:

- matematik hisoblashlar;
- algoritmlarni yaratish;
- modellashtirish;
- ma`lumotlarni tahlil qilish, tadqiq qilish va vizuallashtirish;
- ilmiy va injenerlik grafikasi;
- ilovalarni ishlab chiqish va boshqalar.

Matematik hisoblashlar sohasida:

- matrisaviy, vektor va mantiqiy operatorlar;
- elementar va maxsus funksiyalar;
- polinomial arifmetika;
- ko'p o'lchamli massivlar;
- bir necha o'zgaruvchi funksiyalarni optimallashtirish.

Dasturlash sohasida:

- 500 dan ortiq biriktirilgan funksiyalar;
- ikkilik va matnli fayllarni kiritish va chiqarish;
- tipik boshqaruvchi tuzilmalar;
- ikki va uch o'lchamli grafikani yaratish imkoniyatlarining mavjudligi;
- ma`lumotlarni vizual tahlil qilishni amalga oshirish.

Yuqorida keltirilganlarga qo'shimcha ravishda *MATLAB* ochiq arxitekturaga ega, ya`ni mavjud funksiyalarni o'zgartirish va yaratilgan xususiy funksiyalarni qo'shish mumkin. *MATLAB* tarkibiga kuruvchi Simulink dasturireal tizim va qurilmalarni funksional bloklardan tuzilgan modellar ko'rinishida kiritib imitatsiya qilish imkoniyatini beradi. Simulink juda katta va foydalanuvchilar tomonidan

yanada kengaytirilishi mumkin bo'lgan bloklarning bibliotikasiga ega. Bloklarning parametrlari sodda vositalar yordamida kiritiladi va o'zgartiriladi.

*MATLAB* vaqt sinovidan o'tgan matematik hisoblarni avtomat-lashtirish tizimlaridan biridir. U matrisaviy amallarni qo'llashga asoslangan. Bu narsa tizimning nomi - *MATrix LABorativ*-matrisaviy laboratoriyada o'z aksini topgan.

Matrisalar murakkab matematik hisoblarda, jumladan, chiziqli algebra masalalarini echishda va dinamik tizimlar hamda ob'ektlarni modellashtirishda keng qo'llaniladi. Ular dinamik tizimlar va ob'ektlarning holat tenglamalarini avtomatik ravishda tuzish va echishning asosi bo'lib hisoblanadi. Bunga *MATLAB*ning kengaytmasi *Simulink* misol bo'lishi mumkin [3].

Lekin hozirgi vaqtda *MATLAB* ixtisoslashtirilgan matrisaviy tizim chegaralaridan chiqib, universal integrallashgan komp'yuterda modellashtirish tizimiga aylandi. «Integrallashgan» so'zi bu tizimda qulay ifodalar va izohlar tahrirchisi hisoblagich, grafik dasturiy prosessor va boshqalar o'zaro birlashtirilganligini bildiradi. Umuman olganda *MATLAB* matematikaning rivojlanishi davomida to'plangan matematik hisoblashlar boyicha tajribani o'zida mujassamlashtirgan va uni grafik vizuallashtirish va animasiya vositalari bilan uyg'unlashtirilgan. *MATLAB* tizimi ilova qilinadigan katta hajmdagi hujjatlar bilan birgalikda EHMni matematik ta'minlash boyicha ko'p tomli ma'lumotnoma (bildirgich, spravochnik) vazifasini bajarishi mumkin. Lekin ushbu hujjatlar hozirgi vaqtda faqat ingliz tilida va qisman yapon tilida mavjud. Taqdim qilinayotgan kitobda *MATLAB* tizimida ishlashni tashkil qilish masalasi ko'rib chiqilgan.

*MATLAB* tizimi fan va texnikaning eng yangi yo'nalishlari boyicha ham juda kuchli operasion muhit bo'lib xizmat qila oladi va natijalarni yuqori darajada vizuallashtirish imkoniyatlariga egaligi bilan xarakterlanadi.

*MATLAB* dasturlash tili sifatida 70-yillar so'ngida N'yu-Meksiko Universitetidagi komp'yuter fanlari fakul'teti (ingl. *computer science department at the University of New Mexico*) dekani Klivom Moular (ingl. *Cleve Moler*) tomonidan ishlab chiqilgan. Ishlanmaning maqsadi talabalarga Linpack va EISPACK dasturlarining bibliotekalaridan Fortrani o'rganmasdan ham foydala-

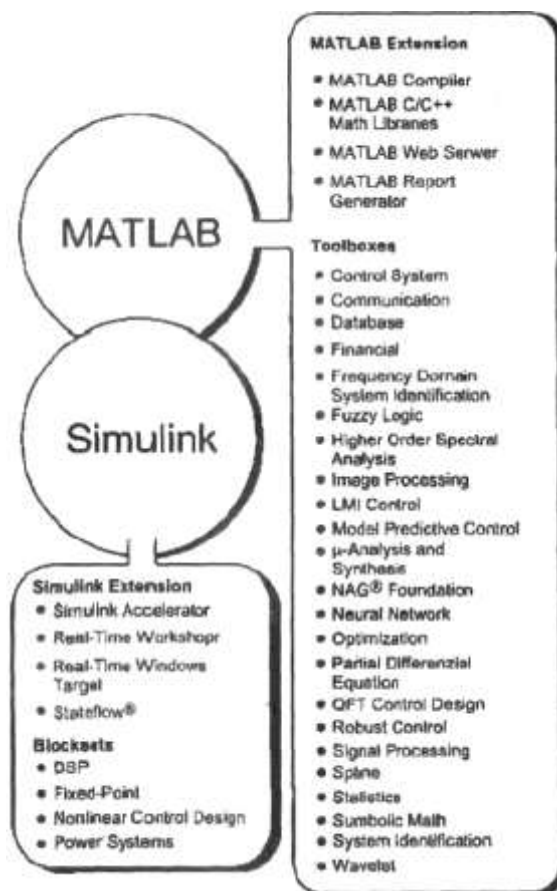
nish imkoniyatini berish bo'lgan. Tez orada yangi dasturlash tili boshqa universitetlarda ham keng tarqaladi va amaliy matematika sohasida ishlovchi olimlar tomonidan katta qiziqish bilan kutib olinadi. Injener Djon Littl (ingl. *John N. (Jack) Little*)) Kliva Moulera va Stivom Bangert (ingl. *Steve Bangert*) bilan birgalikda 1984 yilda MATEAV tizimini rivojlantirish uchun The MathWorks kompaniyasini tashkil qiladilar. Boshlanishida MATLAB boshqarish tizimlarini loyihalash (Djon Littlning asosiy mutaxassisligi) uchun mo'ljallangan edi, lekin u tezlik bilan boshqa ilmiy va injenerlik sohalarida ham mashhur bo'ldi. Undan ta'lim tizimida ham, xususan chiziqli algebra va sonli usullarni o'qitishda keng foydalanila boshlandi.

Hozirgi vaqtda MATLAB ilmiy-texnikaviy hisoblashlar uchun eng mukammal dasturlash tizimidir. MATLAB tizimini uni ishlab chiqqan firma hujjatlari asosida o'rganish boshlovchi foydalanuvchidangina emas, balki komp'yuterda hisoblash boyicha mutaxassisdan ham juda ko'p vaqt va mehnat talab qiladi. Bundan tashqari, hujjatlar ingliz tilida va katta hajmdagi axborot formal tarzda bayon qilingan.

MATLAB - yuqori unumdorliqqa ega bo'lgan texnik hisoblashlar tilidir. Undan matematik hisoblashlar, modellash algoritmlaryni yaratish, ma'lumotlarni tahlil, tadqiq qilish hamda vizuallashtirish, ilmiy va injenerlik grafikasi, ilovalarni loyihalash va boshqalarda foydalanish mumkin. *MATLAB* yordamida konkret masalalarni echish boshqa skalyar dasturlash tillaridagiga (masalan, Si) nisbatan bir necha marta tez bajariladi. Sanoatda MATLAB tadqiqotlarni bajarish, ishlanmalarni tayyorlash, ma'lumotlarni tahlil qilish uchun yuqori unumdorlikka ega bo'lgan vositadir. MATLAB tizimidagi Toolboxes deb ataluvchi dasturlarning maxsus guruhlari katta ahamiyatga ega. Ular ko'pchilik foydalanuvchilar uchun ilmiy tadqiqotlar va loyihalashda maxsus usullarni o'rganish va qo'llash imkoniyatini beradi. Toolboxes MATLAB funksiyalarining batafsil kolleksiyasi bo'lib, xususiy masalalarni echish uchun xizmat qiladi.

MATLAB tizimi asosiy kengaytmasi Simulink bilan birgalikda foydalanuvchilarga etkazib beriladi. Simulink imitasion modellarni vizual

yo'naltirilgan tarzda tayyorlash va bajarish imkoniyatini beradi. MATLAB + Simulink tizimining to'la tarkibi 2.1-rasmida ko'rsatilgan.



2.1-rasm. MATLAB + Simulink tizimining to'la tarkibi

MATLAB ayrim komponentlarining royhati 2.1-jadvalda keltirilgan.

2.1-jadval

<b>№</b>	<b>MATLAB komponentasi</b>	<b>Vazifasi</b>
1	Simulink, ver 6.0	Dinamik sistemalarni modellashtirish va taxlil qilish
2	<i>Control System Toolbox, ver 6.0</i>	Teskari bog'lanishli avtomatik rostdash tizimlarini modellashtirish, taxlil qilish va loyixalash
3	Curve Fitting Toolbox, ver 1.1.1	Tajriba ma'lumotlarini qayta ishlash (approksimatsiya, tekislash, interpolyatsiya, ekstrapolyatsiya)
4	<i>Data Acquisition Toolbox, ver 2.5</i>	Komp'yuterga ulangan o'lchash komplekslarini qo'llab quvvatlash uchun muhit. Analog va raqamli ost tizimlar (raqamli analog o'zgartirishlarni dam o'z ichiga olishi mumkin) bilan ma'lumot almashishni tashkil qilish.
5	<i>Database Toolbox, ver 3.0</i>	Ma'lumotlar bazasida saqlanayotgan axborotni taxlil qilish va vizuallashtirish. Ma'lumotlarni SQL tilidagi so'rovlardan foydalanib tanlash
6	<i>Dials &amp; Gauges Block-set, ver 1.2</i>	Boshqarish panellarini shakllantirish uchun xar xil turdagi shkalalar va o'lchov asboblariga ega bo'lgan grafik primitivlar bibliotekasi
7	<i>Embedded Target Infineon S166 Microcontrollers, ver 1.1</i>	S166 turdagi mikrokontrollerlar asosida o'lchov-boshqaruv komplekslarini loyihalash va modellashtirish
8	<i>Embedded Target for OSEC/VDX,</i>	OSEC/VDX turdagi mikrokontrollerlar

	<i>veM.l</i>	asosida o'lov-boshqaruv komplekslarini loyihalash va modellashtirish
9	<i>Filter Design HDL Coder, ver 1.0</i>	Raqamli fil'trlarda HDL-kodlash
10	<i>Filter Design Toolbox, ver 3.0</i>	Raqamli fil'trlarni loyihalash va imitatsiya hamda taxlil qilish

*Matlab* - bu shunday interfaol (bevosita) tizimki, undagi asosiy ob'ekt bo'lgan massivning o'lchamlarini aniq yozish talab qilinmaydi. Bu esa juda ko'p xisoblashlarni (vektor, matrisa ko'rinishidagi) tez vaqtda yechish imkonini beradi. Shuning uchun *Matlab*da xotirani dinamik taksimlash evaziga *C* va *Fortran* tillaridagiga qaraganda amallar bajarish osonroq kechadi. *Matlab* tizimi bu ham amaliyot muxit, ham dasturlash tilidir. Tizimning eng kuchli tomonlaridan biri bu *Matlab* tilida ko'p marta foydalaniladigan dasturlar yozish mumkinligidir.

*Matlab* tizimida bir qancha amaliy dasturlar paketi mavjud:

- *Notebook*
- *Symbolic Mathematics Toolbox*
- *Control Systems Toolbox*
- *Signal Processing Toolbox*
- *Optimization Toolbox*
- *System Identification Toolbox*
- *Fuzzy Logic Toolbox* va xokazo.

*Matlab* tizimining dastur ta'minoti tarkibiga "tirik" kitob (*MS Word* taxrirllovchisi muxitidan) yaratish uchun yangi vosita qo'shilgan. Amaliy dasturlar paketi *Notebook* shunday vositadir. Amaliy dasturlar paketi *Notebook* muxitida yaratilgan xujjat *M*-kitob deb ataladi. *M*-kitobda matnlar, *Matlab* tizimi buyruqlari va ularning bajarilish natijalari joylashgan. *M*-kitobni yaratish yoki taxrirlashda *Word* taxrirllovchisi *M*-book maxsus shablonidan foydalanadi. Bu shablon *Word* taxrirllovchisi xujjatidan *Matlab* tizimiga kirish va uni formatlashni boshqarish imkonini beradi. Amaliy dasturlar paketi *Notebook* bilan ishlash uchun *Word* taxrirllovchisini yuklash kerak va yangi *M*-kitob ochish yoki mavjud *M*-kitobni

taxrirlash kerak. *Word* taxrirllovchisi xujjatini M-kitobga aylantirish mumkin. M-kitobga matn kiritish *Word* taxrirllovchisida matn kiritishdan farq qilmaydi. *Matlab* tizimi buyruqlari va operatorlarini yozish uchun maxsus kataklardan foydalaniladi. Bu buyruq va operatorlarni matn ichida ham joylashtirish mumkin.

*Matlab* tili kodlarini o'z ichigi olgan fayllar M-fayllar deb ataladi. M-fayllarni yaratishda matn taxrirllovchilaridan foydalaniladi. M-fayllarning ikkita turi mavjud:

- Ssenariylar;
- Funksiyalar.

Ssenariylar kiruvchi va chiquvchi argumentlarga ega emas, ular ko'p marta bajarilishi kerak bo'lgan qadamlar ketma-ketligini avtomatlashtirish uchun ko'llaniladi.

Funksiyalar kiruvchi va chiquvchi argumentlarga ega. *Matlab* tili (funksiyalar kutubxonasi, amaliy dasturlar paketi) imkoniyatlarini kengaytirish uchun ko'llaniladi.

*Matlab* sirtlar, chiziklar va boshka grafik ob'ektlarni o'zlashtirish va yaratish imkonini beruvchi past darajadagi funksiyalar majmuasini taqdim qiladi. Bu tizim boshqariluvchi grafika (*Handle Graphics*) deyiladi. Grafik ob'ektlar - bu *Matlab*dagi boshqariluvchi grafika tizimining bazis elementlaridir. Ular ierarxik daraxt tuzilishli ko'rinishda bo'ladi.



### 3 BOB. Ko'p dvigatelli boshqarish sistemalarining bir qismini kompyuterda modellashtirish

Sanoat ko'p dvigatelli boshqarish sistemalari, metal qirqish stanoklari, kuzatuv antenna sistemasi, optik teleskoplar va hokozo sistemalarda holatni boshqarish eng asosiy masalalardan hisoblanadi. Bunda asosiy harakatga keltiruvchi qism elektr yurimlarini tipik boshqarish sxemalarini mahalliy teskari bog'lanish tok va tezlik bo'yicha konturlariga turli xil datchiklar yordamida oshirish mumkin bo'lgan raqamli yoki analogli holat konturi ham qo'shiladi.

Holatni boshqarish sistemalarini ikkita, vaziyat va taqlid rejimlarida ishlovchi turlarga ajratish mumkin. Vaziyatni boshqaruv deb boshqarish signali ta'sirida boshqarish obyektini bir vaziyatdan boshqa vaziyatga elektr yuritma orqali kerakli tezkorlikda o'tishiga aytiladi.

Vaziyatni boshqaruv rejimi quyidagilarga bo'linadi:

- Kichik siljishlarda rostlagichlarga cheklashlar qo'yilmagan va sistema chiziqli.
- O'rtacha siljishlarda yakor toki chegaralangan ya'ni tezlik rostlagichining chiqish signali chegaralangan.
- Katta siljishlarda dvigatel bir qancha vaqt muvozanatlashgan tezlikda ishlaydi, ya'ni barcha rostlagichlar bir qancha vaqt chegaraviy holatda bo'ladi.

Quyidagi berilgan ma'lumotlar asosida elektr yuritmani boshqarish sistemasini tahlil qilamiz

$$P_H = 4500 \text{ ВТ};$$

$$n_H = 1030 \frac{\text{ай}}{\text{МИН}};$$

$$R_{\text{Я}} = K_1 \cdot 0,95 \text{ Ом} = 1,14 \text{ Ом};$$

$$J = 0,125 \text{ кг} \cdot \text{м}^2;$$

$$L_a = K_2 \cdot 9,1 \cdot 10^{-3} \text{ ГН};$$

$$I_H = 26 \text{ А};$$

$$U_H = 220 \text{ B};$$

$$\lambda = \frac{I_{\max}}{I_H} - \text{motorning yuklanish kobiliyati } (\lambda = 2,5).$$

Faraz qilaylik dvigatel uch fazali tarmoqdan Larionova sxemasi bo'yicha yig'ilgan tiristorli o'zgartirgich orqali energiya olyapti, u holda kompensatsiyalanmaydigan vaqt doimiysi quyidagi formula bo'yicha aniqlanadi.

$$T_{\mu} = \frac{1}{f \cdot m} = \frac{1}{50 \cdot 6} = \frac{1}{300} = 0,003,$$

bunda,  $f = 50 \text{ Гц}$  - tarmoq chastotasi;  $m = 6$  - bir davrdagi pulslar soni.

Tiristorli sxemadan tranzistorli sxemaga o'tganda – kechiqish vaqti ( $T_{\mu}$ ) kamayishi mumkin.

Kuchaytirgichning chiziqli qismi  $\pm 10\text{B}$ ; kuchaytirgichning ishchi nuktasi  $\pm 5\text{B}$ ;

$K_1, K_2$  - manba zanjirining parametrlarini xisobga oluvchi koeffitsiyentlar;

$K_3$  - mexanizmning harakatlanuvchi massasining inersiya momenti koeffitsiyenti.  $K_1 = 1,5$ ,  $K_2 = 1,2$ ,  $K_3 = 1,25$  ga teng deb qabul qilamiz.

Dvigatelning paspot ma'lumotlari bo'yicha roslash sistemasida kerakli parametrlarini aniqlaymiz.

$T_{\text{Э}}$  transformator, to'g'irlagich va o'tkazgichlarning qarshiligini hisobga olgan holda aniqlaymiz

$$T_{\text{Э}} = \frac{K_1 \cdot La}{K_2 \cdot R_{\text{Я}}} = \frac{1,5 \cdot 9,1 \cdot 10^{-3}}{1,2 \cdot 0,95} = 0,012 \text{ c}.$$

$$\omega_H = \frac{\pi \cdot n}{30} = \frac{3,142 \cdot 1030}{30} = 107,88 \frac{\text{pad}}{\text{c}}$$

$$K\Phi = \frac{U_H - I_H \cdot R_{\text{Я}} \cdot K_2}{\omega_H} = \frac{220 - 26 \cdot 1,2 \cdot 0,95}{107,88} = 1,76$$

$T_M$  mexanizmning harakatlanuvchi massasini hisobga olgan holda aniqlaymiz

$$T_M = K_3 \frac{J \cdot K_2 \cdot R_{\text{Я}}}{(K\Phi)^2} = 1,25 \cdot \frac{0,125 \cdot 1,2 \cdot 0,95}{(1,76)^2} = 0,0575$$

O'zgartirgichning kuchaytirish koeffitsiyenti quyidagi shartdan aniqlanadi.

$$K_{II} = \frac{U_H}{5} = \frac{220}{5} = 44$$

Tok datchigining kuchaytirish koeffitsiyenti quyidagicha aniqlanadi

$$K_{dT} = \frac{5}{\lambda \cdot I_H} = \frac{5}{2,5 \cdot 26} = 0,0769$$

Tezlik datchigining kuchaytirish koeffitsiyenti

$$K_{dC} = \frac{5}{\omega_H} = \frac{5}{107,88} = 0,046$$

Ichki tok konturi texnik optimal sozlanadi

$$W_{PT}(p) = \frac{T_{\mathcal{D}} R_{\mathcal{A}}}{2T_M K_{II} K_{dT}} + \frac{R_{\mathcal{A}}}{2T_M K_{II} K_{dT} p} = \frac{0,012 \cdot 1,14}{2 \cdot 0,003 \cdot 44 \cdot 0,0769} +$$

$$+ \frac{1,14}{2 \cdot 0,003 \cdot 44 \cdot 0,0769 \cdot p} = 0,684 + \frac{56,136}{p};$$

Sistemani texnik optimallashtiruvchi tezlik rostlagichining parametrlarini aniqlash

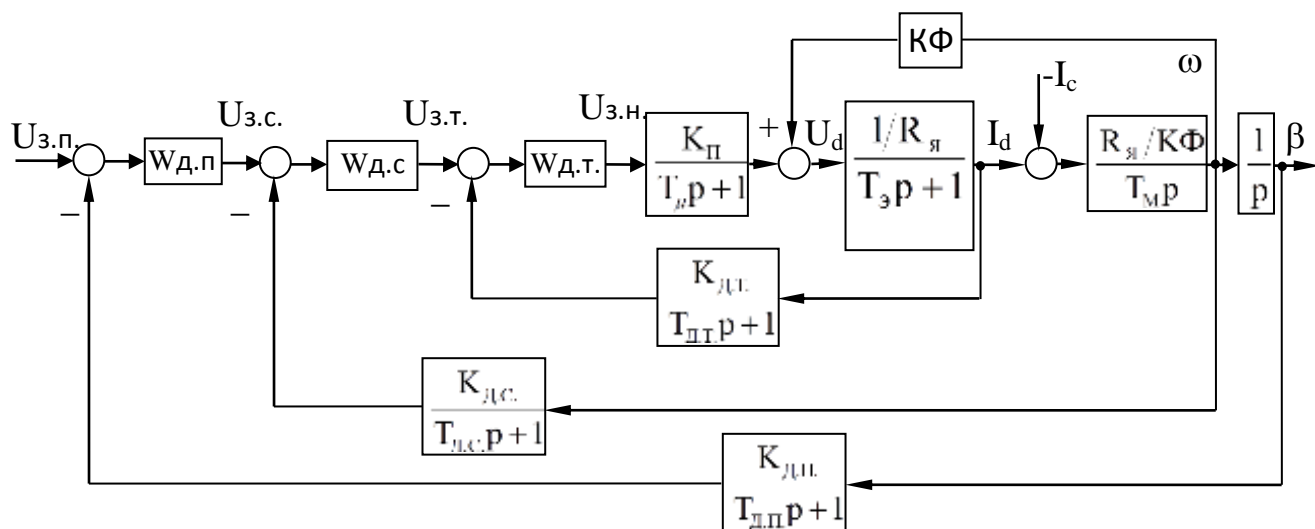
$$W_{PC}(p) = \frac{K\Phi \cdot K_{dT} \cdot T_M}{2T_{\mu C} \cdot K_{dC} \cdot R_{\mathcal{A}}} = \frac{0,077 \cdot 0,0575 \cdot 1,76}{2 \cdot 0,006 \cdot 1,14 \cdot 0,046} = 12,38$$

Sistemani sozlashni kichik siljishlarda ko'rib chiqamiz. Holatni optimallashtirish ichki tok konturidan boshlanadi. U texnik optimallashtiriladi va kichik kompensatsiyalanmaydigan vaqt doimiysiga ega  $T_{\mu T} = T_{\mu} + 0,5 \cdot T_{dT}$ . Agar datchikning inetsialligini hisobga olmasak u holda kompesatsiyalanmaydigan vaqt doimiysi ventili o'zgartirgich inersialligi bilan aniqlanadi ya'ni  $T_{\mu T} = T_{\mu} = 0,003$  c.

Texnik optimal rostlangan tok konturining uzatish funksiyasi quyidagicha

$$W_{\mathcal{K}}(p) = \frac{1}{2T_{\mu T} p(T_{\mu T} p + 1)}$$

Uch konturli strukturaviy sxema quyidagi rasmda tasvirlangan 3.1- rasm.



3.1-rasm. EYUK bo‘yia rostlanuvchi uch koturli strukturaviy sxema

Strukturaviy sxemaning ichki tok konturi parametrlaridan quyidagi munosabatni yozamiz:

$$W_{PT}(p) \cdot \frac{K_{\Pi}}{T_{\mu T} p + 1} \cdot \frac{K_{DT}/R_{Я}}{T_{\Theta} p + 1} = \frac{1}{2T_{\mu T} p(T_{\mu T} p + 1)}, \quad (3.1)$$

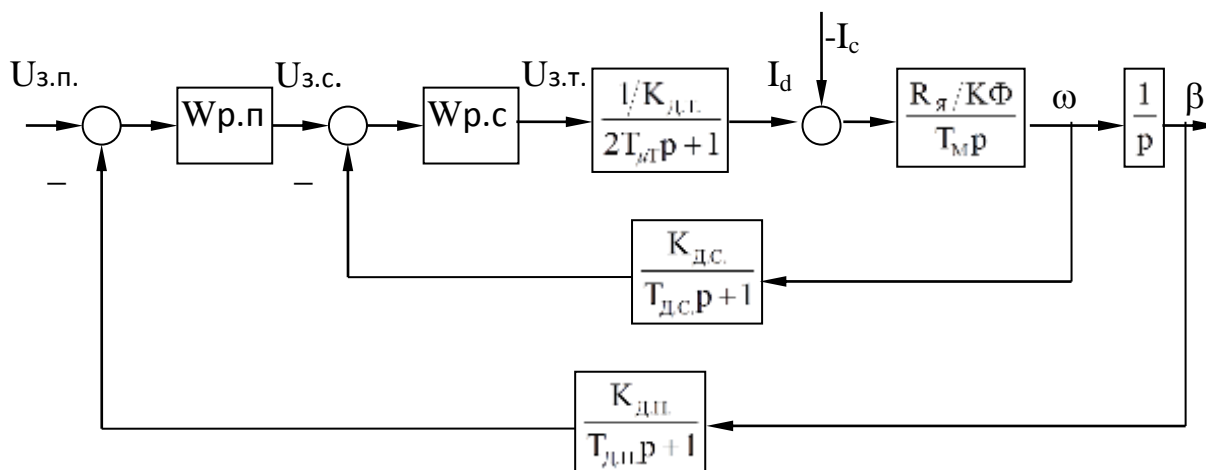
Tok rostlagichi uzatish funksiyasidan:

$$W_{PT}(p) = \frac{T_{\Theta} R_{Я}}{2T_{\mu T} K_{\Pi} K_{DT}} + \frac{R_{Я}}{2T_{\mu T} K_{\Pi} K_{DT} p}. \quad (3.2)$$

(3.2)- ifodadan kelib chikib, tok rostlagichini parallel ulangan ikkita kuchaytiruvchi va integrallovchi zvenolardan xosil qilish mumkin. Berilgan ma’lumotlardan (3.2) – ifoda quyidagicha kurinishda bo‘ladi.

$$W_{PT} = \frac{0,012 \cdot 1,14}{2 \cdot 0,003 \cdot 44 \cdot 0,077} + \frac{1,14}{2 \cdot 0,003 \cdot 44 \cdot 0,077 \cdot p} = \frac{0,674p + 56,136}{p}$$

Tok bo‘yicha optimallashtirilgan strukturaviy sxema 3.2-rasmda keltirilgan. Bu sxema soddalashtirilgan (unda nochiziqlilik, EYUK bo‘yicha teskari bog‘lanish, filtr parametrlari hisobga olinmagan) hisoblash usulini yaqqol ko‘rinishidir.



3.2 - rasm. Tok konturi bilan optimallashtirilgan EYUK bo‘yicha teskari bog‘lanishsiz uch konturli roslash sistemasining strukturaviy sxema.

3.2 – rasmda strukturaviy sxemadan foydalanib tezlik konturini texnik optimal sozlaymiz. Kichik kompensatsiyalanmaydigan vaqt doimiysi umumiy xolda quyidagicha aniqlanadi  $T_{\mu C} = 2T_{\mu T} + 0,5 \cdot T_{DC}$ :

$$W_{PC}(p) \cdot \frac{R_{\text{я}}}{K\Phi \cdot T_M} \cdot \frac{K_{DC}}{K_{DT}(T_{\mu C}p+1)} = \frac{1}{2T_{\mu C}p(T_{\mu C}p+1)}, \quad (3.3)$$

Bu yerda

$$W_{PC}(p) = \frac{K_{DT} \cdot T_M \cdot K\Phi}{2T_{\mu C} \cdot R_{\text{я}} \cdot K_{DC}} \quad (3.4)$$

Tezlik konturining kompensatsiyalanmaydigan vaqt doimiysi tok konturi kabi teskari bog‘lanishning inersialligini hisobga olmagan holda aniqlanadi ( $T_{DC} = 0$ ).

Bundan kelib chiqib,  $T_{\mu C} = 2T_{\mu T} = 2T_{\mu} = 2 \cdot 0,003 = 0,006 \text{ c.}$

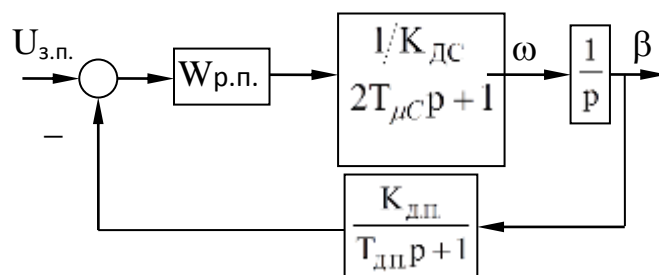
Berilgan ma’lumotlardan foydalanib tezlik rostlagichini uzatish funksiyasi quyidagicha:

$$W_{PC}(p) = \frac{J \cdot K_{DT}}{4T_{\mu} \cdot K\Phi \cdot K_{DC}} = \frac{0,125 \cdot 0,077}{4 \cdot 0,003 \cdot 1,765 \cdot 0,04} = 11,319.$$

Tezlik konturini texnik optimalga sozlab tezlik bo‘yicha berk konturining uzatish funksiyasiga ega bo‘lamiz

$$W_{3.C}(p) \approx \frac{1/K_{DC}}{T_{\mu C}p+1} \quad (3.5)$$

Quyidagi 3.3-rasmda tezlik bo'yicha optimallashtirilgan uch konturli strukturaviy sxema keltirilgan



3.3-rasm. Tok konturi bilan optimallashtirilgan EYUK bo'yicha teskari bog'lanishsiz uch konturli roslash systemsining strukturaviy sxema

Kompensatsiyalanmaydigan holat konturining vaqt doimiysi  $T_{\mu\Pi}$  ni tezlik konturi vaqt doimiysi  $T_{\mu C} = 2T_{\mu\Pi} = 2T_{\mu}$  va teskari bog'lanish zanjiri filtri  $T_{\text{ДП}}$  ( $T_{\text{ДП}} = 0$ ) orqali aniqlaymiz.

$$T_{\mu\Pi} = 2T_{\mu C} + 0,5 \cdot T_{\text{ДП}}.$$

Holat konturini texnik optimal sozlash amalga oshirilib holat rostlagichi parametrlarini aniqlaymiz

$$W_{PI}(p) \cdot \frac{K_{\text{ДП}}}{K_{\text{ДС}}(T_{\mu\Pi}p+1)p} = \frac{1}{2T_{\mu\Pi}p(T_{\mu\Pi}p+1)},$$

$$W_{PI}(p) = \frac{K_{\text{ДС}}}{2T_{\mu\Pi}K_{\text{ДП}}} \quad (3.6)$$

(3.6) – ifodaga son qiymatlarini qo'yib, holat rostlagichining parametriga ega bo'lamiz

$$W_{PI}(p) = \frac{0,04}{2 \cdot 0,012 \cdot 1} = 1,765.$$

Proporsional tezlik rostlagichida topshirik signalini aniq kayta ishlash fakat yuklama bulmaganda amalga oshiriladi. Yuklama mavjud bulganda kirish signalini aniq kayta ishlash proporyional-integral tezlik rostlagichini qo'llashni taqazo qiladi, ya'ni tezlik konturini simmetrik optimalga sozlanadi.

Simmetrik optimal sozlangan ochik tezlik konturi uchun quyidagi tenglikni yozamiz

$$W_{PC}(p) \cdot \frac{K_{\text{DC}}/K_{\text{DT}}}{2T_{\mu C}p+1} \cdot \frac{R_{\text{Я}}/K\Phi}{T_M p} = \frac{4T_{\mu C}p+1}{8T_{\mu C}^2 p^2 (T_{\mu C}p+1)},$$

Bu yerda

$$W_{PC}(p) = \frac{K\Phi \cdot K_{\text{DT}} \cdot T_M}{2T_{\mu C} \cdot K_{\text{DC}} \cdot R_{\text{Я}}} + \frac{K\Phi \cdot K_{\text{DT}} \cdot T_M}{8T_{\mu C}^2 \cdot K_{\text{DC}} \cdot R_{\text{Я}} \cdot p},$$

Tezlik rostlagichi uzatish funkkiyasiga  $T_M = \frac{J \cdot R_{\text{Я}}}{(K\Phi)^2}$  ni quyib quyidagiga ega

bo‘lamiz:

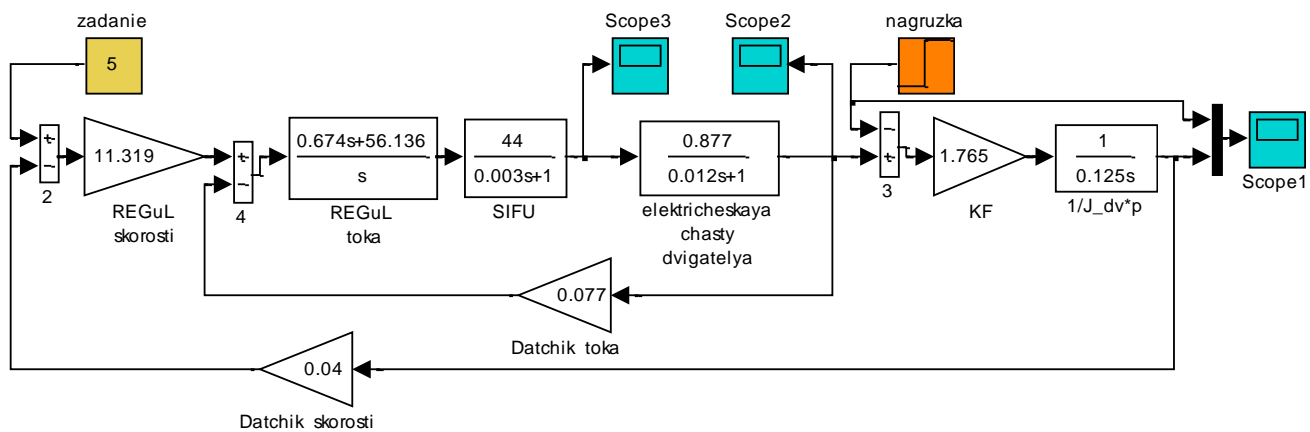
$$W_{PC}(p) = \frac{J \cdot K_{\text{DT}}}{2T_{\mu C} \cdot K_{\text{DC}} \cdot K\Phi} + \frac{J \cdot K_{\text{DT}}}{8T_{\mu C}^2 \cdot K_{\text{DC}} \cdot K\Phi \cdot p}.$$

Yukoridagi berilgan ma’lumotlar va hisob kitoblarga asosan:

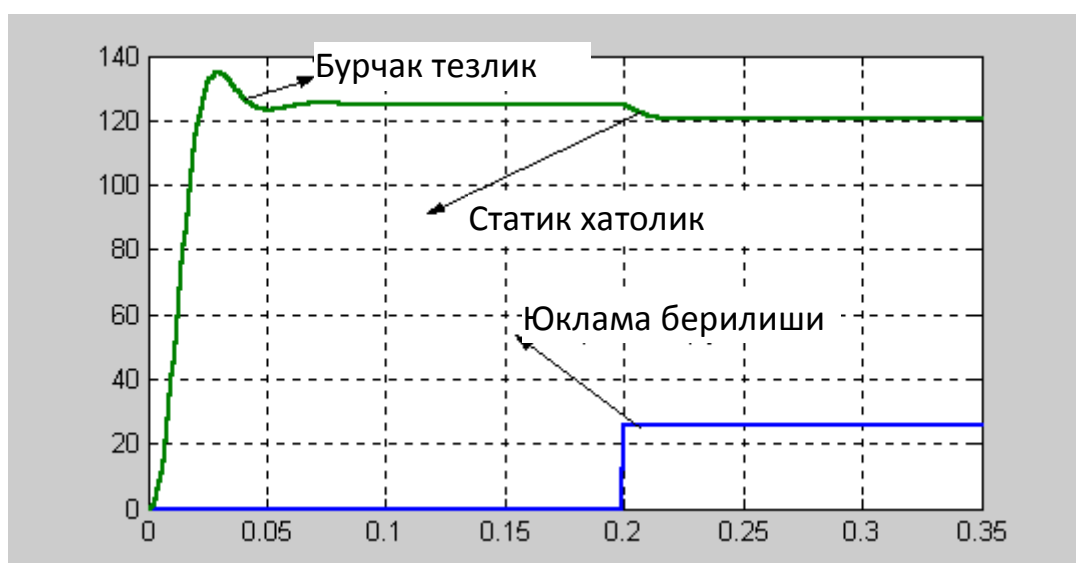
$$\begin{aligned} W_{PC}(p) &= \frac{J \cdot K_{\text{DT}}}{2T_{\mu C} \cdot K_{\text{DC}} \cdot K\Phi} + \frac{J \cdot K_{\text{DT}}}{8T_{\mu C}^2 \cdot K_{\text{DC}} \cdot K\Phi \cdot p} = \frac{J \cdot K_{\text{DT}}}{4T_{\mu} \cdot K_{\text{DC}} \cdot K\Phi} + \\ &+ \frac{J \cdot K_{\text{DT}}}{32T_{\mu}^2 \cdot K_{\text{DC}} \cdot K\Phi \cdot p} = \frac{0,125 \cdot 0,077}{4 \cdot 0,003 \cdot 0,04 \cdot 1,765} + \frac{0,125 \cdot 0,077}{32 \cdot (0,003)^2 \cdot 0,04 \cdot 1,765 \cdot p} = \\ &= \frac{11,319p + 471,636}{p}. \end{aligned}$$

3.4- rasmda tezlik konturida proporsional rostlagichli EYUK bo‘yicha teskari bog‘lanish hisobga olinmagan ikki konturli rostlash sistemasi keltirilgan.

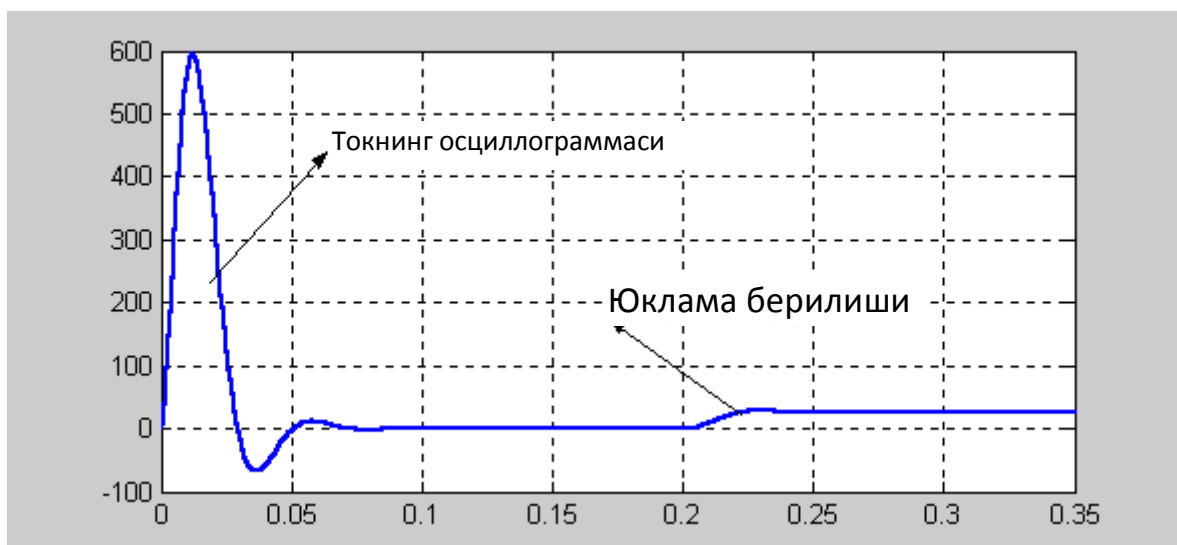
Ushbu sistemani (3.5,a-rasm) tadkik etish shuni ko‘rsatdiki boshqaruv bo‘yicha o‘tarostlash 8 %ni tashkil etadi. Statik yuklama o‘zgarganda sistema chiqishida  $\Delta\omega$  – statik xatolik paydo bo‘ladi. 3.5,b – rasmda tok o‘zgarishining ossillogrammasi, 3.5,v – rasmda esa kuchlanish ossillogrammasi keltirilgan. Bulardan sistemada chiqish signalini chegaralovchi blok yo‘k. U holda tok va qo‘lanish ruxsat etilgandan bir qancha barobar katta qiymatga erishyapti. Shuning uchun bu modelni fakat kichik topshirik signallari uchun kullash mumkin. Katta signallarda model sistemadagi real jarayonlarni ko‘rsata olmaydi.



3.4 - rasm. P – tezlik rostlagichli ikki konturli rostlash sistemasi.

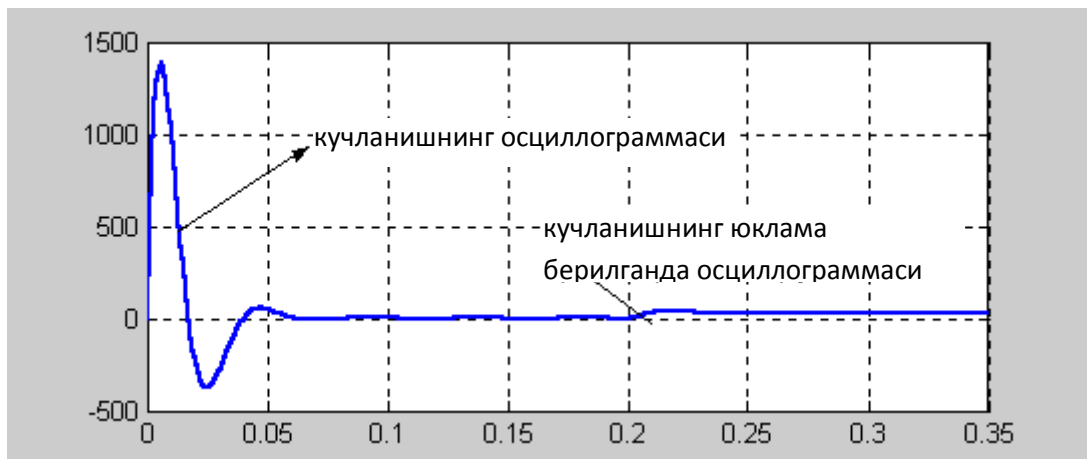


3.5.a - rasm. Boshkarish va qo'zg'atuvchi ta'sirlar berilganda burchak tezligining o'zgarishi.



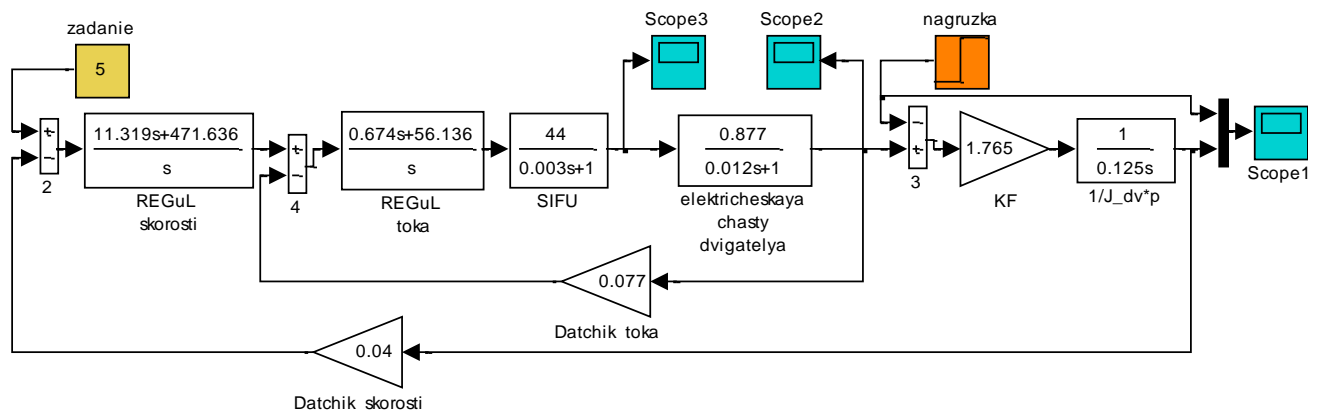
3.5.b - rasm. Boshqarish va qo'zg'atuvchi ta'sirlar berilganda tokning o'zgarishi.





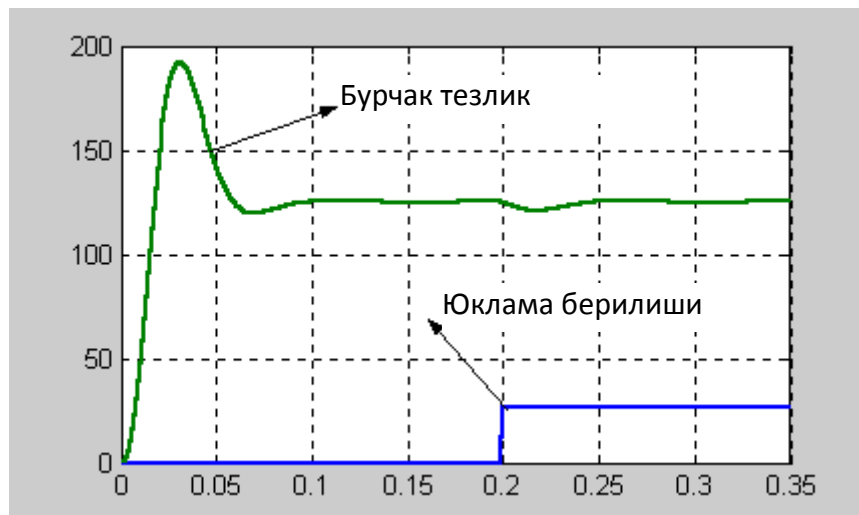
3.5.v - rasm. Boshkarish va kuzg'atuvchi ta'sirlar berilganda kuchlanishning o'zgarishi.

3.6 – rasmda yukoridagi roslash sistemasining PI – tezlik rostlagichi kullanilgan strukturaviy sxemasi keltirilgan.

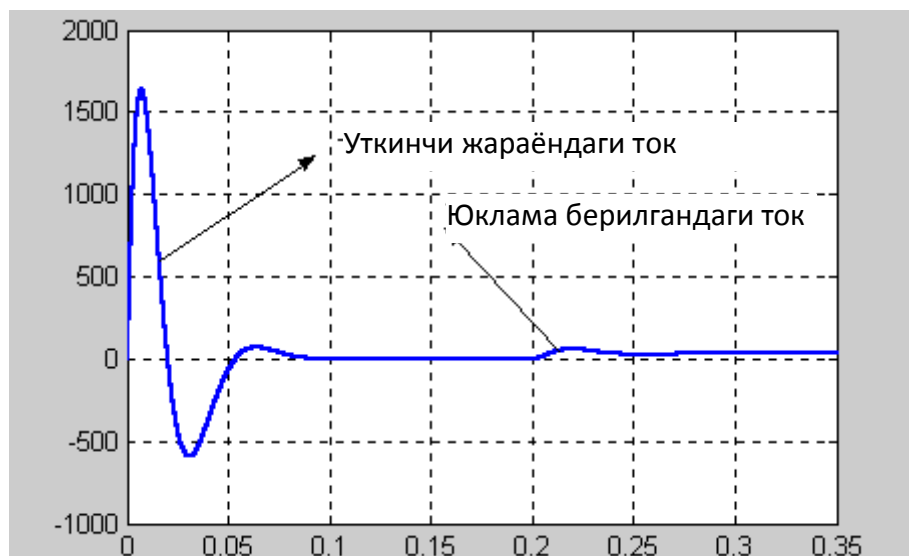


3.6 - rasm. PI – tezlik rostlagichli ikki konturli roslash sistemasini

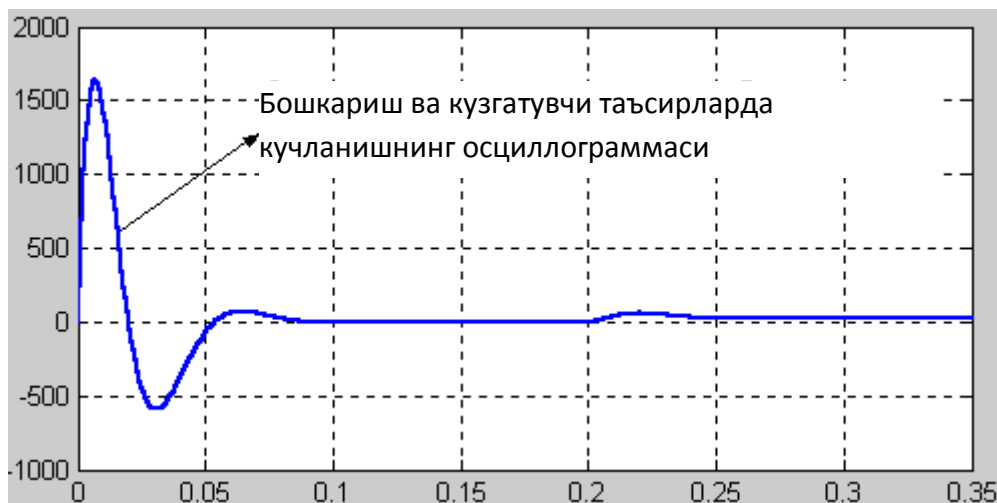
Natijalar shuni kursatdiki uta roslash qiymati 53,5 % ga oshdi. Lekin kuzgatuvchi ta'sir bo'yicha statik xatolik nolga teng (3.7,a - rasm). PI – tezlik rostlagichli sistema chiziqli deb karalgan unda tuyinish effekti xisobga olingan. Shuning uchun tok va kuchlanishga nisbatan aytilgan muloxaza karalayotgan sistemaga ta'lluklidir.



3.7,a - rasm. Boshkarish va kuzg'atuvchi ta'sirlar berilganda burchak tezlikning o'zgarishi

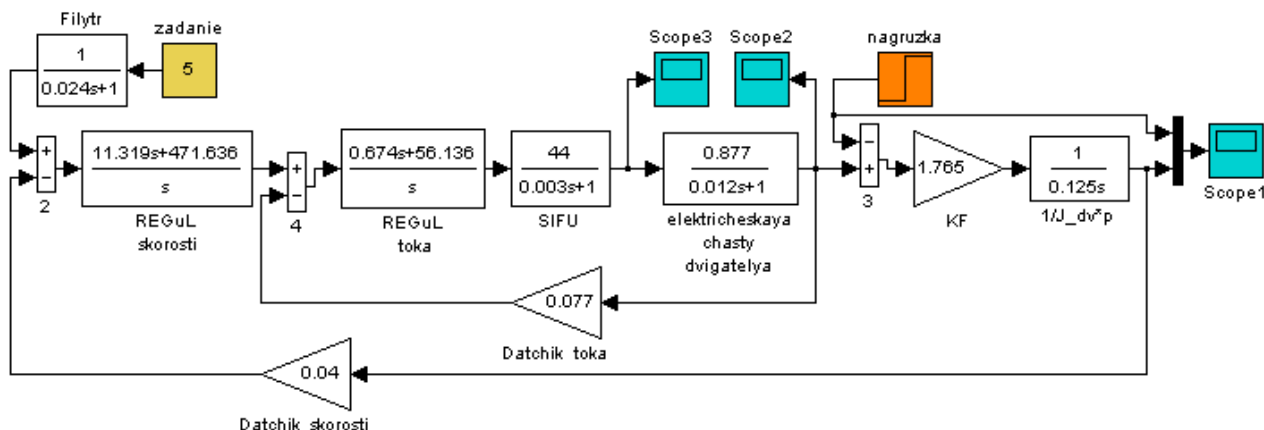


3.7,b - rasm. Boshkarish va kuzg'atuvchi ta'sirlar berilganda tokning o'zgarishi



3.7,v - rasm. Boshkarish va kuzgatuvchi ta'sirlar berilganda kuchlanishning o'zgarishi

Utarostlashni kamaytirish uchun tezlik rostlagichi kirishiga  $4T_{\mu C}$  vaqt doimiysiga ega filtr (aperiodik zveno) kiritiladi



3.8 – rasm. topshirik kanalida filtrga ega ikki konturli roslash sistemasining strukuraviy sxemasi.

$$W_{\phi C}(p) = \frac{1}{4T_{\mu C} p + 1}$$

Kirishida filtrga ega PI – rostlagichli tezlik konturi optimallashtirilgan berk konturning uzatish funksiyasi quyidagicha kurinishda:

$$W_{3C}(p) \approx \frac{1/K_{DC}}{4T_{\mu C} p + 1}.$$

$T'_{\mu\Pi} = 4T_{\mu C} + T_{\Delta\Pi}$  tenglikni kabul kilib 3 – rasmdagi strukturaviy sxemaga mos xolda  $T_{\mu\Pi}$  vaqt doimiysi urniga  $T'_{\mu\Pi}$  vaqt doimiysini kullaymiz.

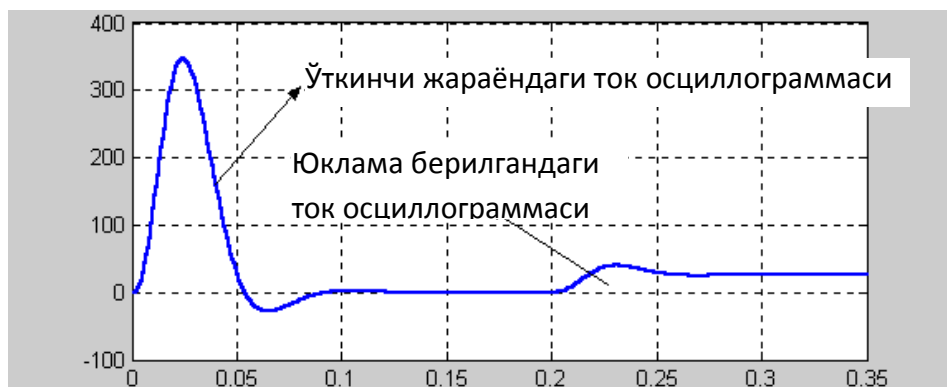
Holat rostlagichining parametrlarini quyidagi ifodaga binoan aniqlanadi

$$W'_{PI} = \frac{K_{DC}}{2K_{\Delta\Pi}T'_{\mu\Pi}} = \frac{K_{DC}}{2K_{\Delta\Pi}(4T_{\mu C} + T_{\Delta\Pi})} = \frac{K_{DC}}{2K_{\Delta\Pi}(4[2(T_{\mu} + T_{DT}) + T_{DC}] + T_{\Delta\Pi})} \quad (7)$$

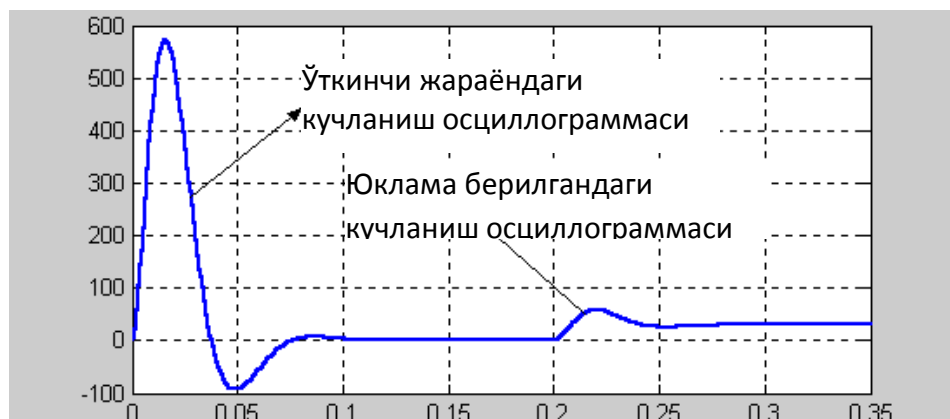
Boshkarish va kuzgatuvchi ta'sirlar bo'yicha topshirik kanalida filtrga ega PI – tezlik rostlagichli ikki konturli sistemaning o'tkinchi xarakteristikalarini 3.9-rasmda kursatilgan.



3.9,a - rasm. topshirik kanalida filtrga ega sistemaning boshkarish va kuzg'atuvchi ta'sirlarga nisbatan burchak tezligining o'zgarishi.



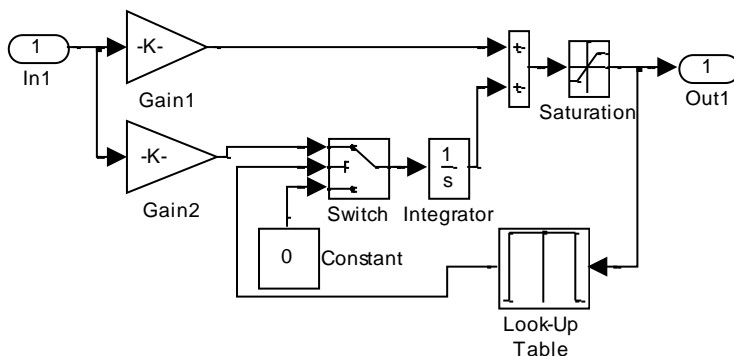
3.9,b - rasm. tezlik kanali topshirikda filtrga ega dvigatel boshkarish va kuzg'atuvchi ta'sirlarga nisbatan tokining o'zgarishi.



3.9,v - rasm. topshirik kanalida filtrga ega sistemaning boshkarish va kuzg'atuvchi ta'sirlarga nisbatan kuchlanishning o'zgarishi.

3.9,a – rasmdan xulosa shuki sistema kuzgatuvchi ta'sir bo'yicha astatitlikni saklab koldi, boshkaruv bo'yicha o'tkinchi jarayon vaqti ortdi shu bilan birga utarostlash qiymati kamaydi.

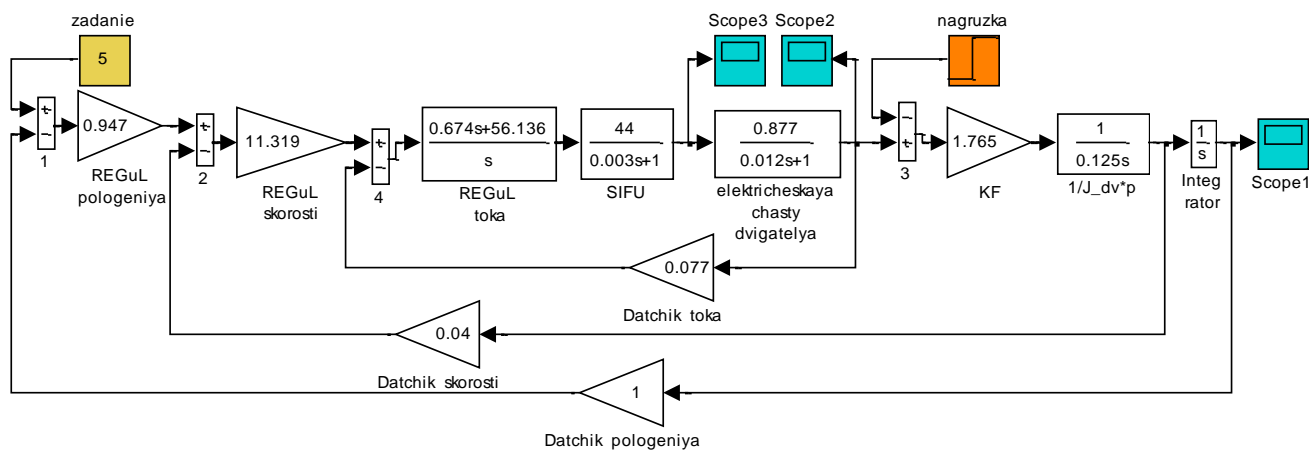
Shuni aytib utish joizki (3.5-rasm, 3.6-rasm, 3.7-rasm) chiziqli sistemalar uchun aniqlangan dinamik xarakteristikalarda tuyinish bilan boglik nochiziqli qismlar xisobga olinmagan. Real sistemalarda barcha kirish koordinatalar kattaliklari chegaralangan. Tuyinish xisobga olingan rostlagich ishini qo‘rib chikamiz (3.10 - rasm).



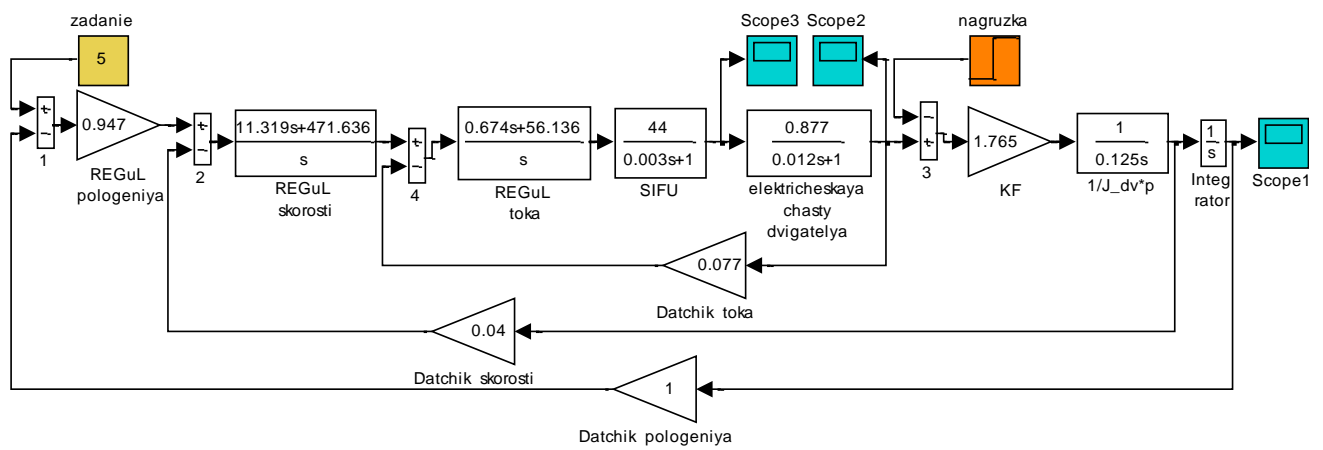
3.10 - rasm. MatLabda real PI-rostlagichning prinsipial sxemasi

MatLab paketida amalga oshirilgan PI-rostlagich chiqish signali kattaligini chegaralovchi Saturation blokidan tashkil topgan, shuning uchun (SIFU) o‘zgartirgichga topshirik  $\pm 10V$ dan oshmaydi. Bundan tashkari nochiziqli element (Look-Up Table bloki) va uzib-ulagich (Switch) integratorga teskari bog‘lanish orqali ulangan, bunda rostlagich chiqish signali to‘yinish darajasiga yetganda integratr kirishiga nol o‘rnatadi.

3.11-rasmda nochiziqli qismlar hisobga olinmagan P-tezlik va PI-tok rostlagichlarga ega uch konturli rostlash sistemasi keltirilgan. 3.12-rasmda esa shu sistemaning P-tezlik rostlagichi urniga PI-rostlagich kullanilgan.

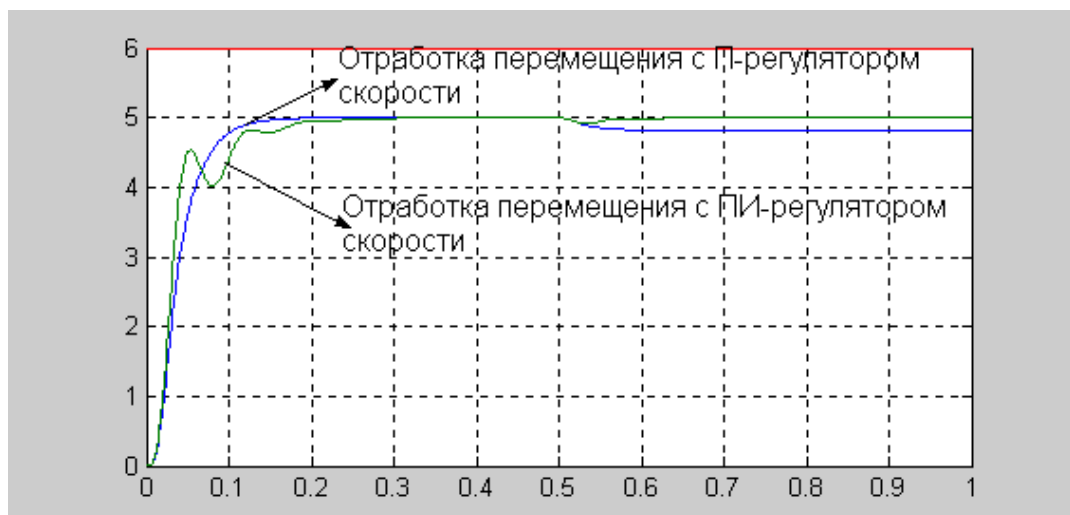


3.11-rasm. rostlagich chikishi chegaralanish xisobga olinmagan (P-tezlik rostlagichli) uch konturli rostlash sistemasi

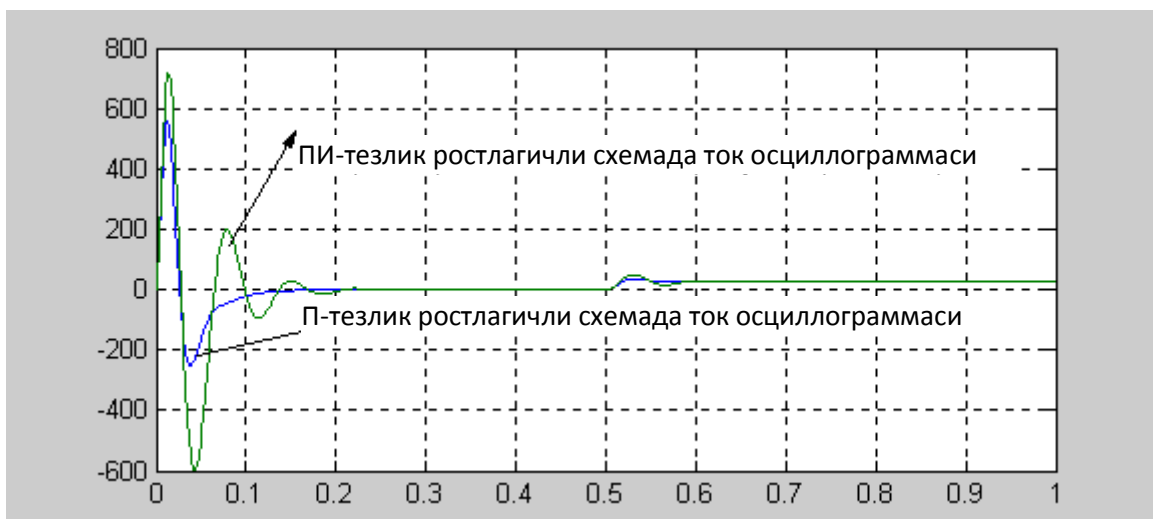


3.12-rasm. rostlagich chikishi chegaralanish xisobga olinmagan (PI-tezlik rostlagichli) uch konturli rostlash sistemasi

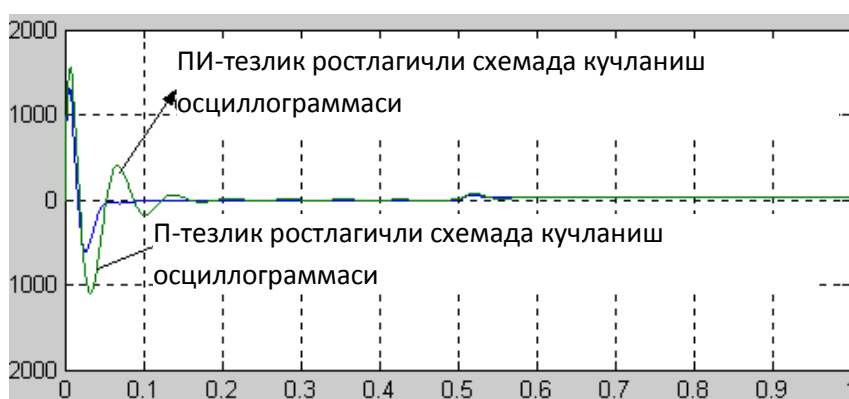
Quyida turlicha tezlik rostlagichli uch konturli sistem uchun (siljish (3.13,a-rasm), tok (3.13,b-rasm), kuchlanish (3.13,a-rasm) o'zgarishlari) o'tkinchi jarayon grafiklari keltirilgan.



3.13,a-rasm. P va PI-tezlik rostlagichli uch konturli sistemaning siljish o'zgarishi.



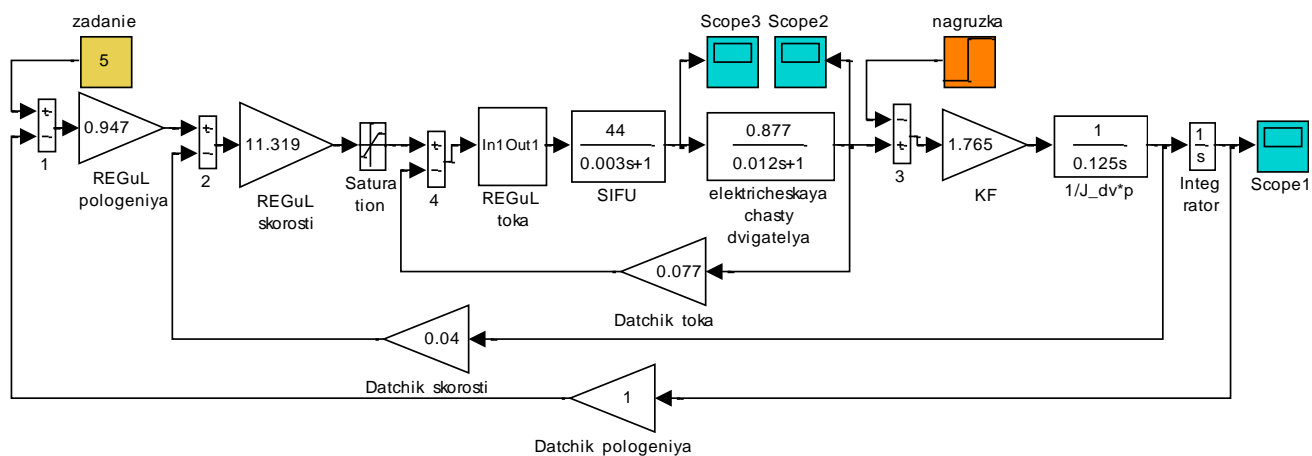
3.13,a-rasm. P va PI- tezlik rostlagichli uch konturli sistemaning tok o‘zgarishi ossilogrammasi.



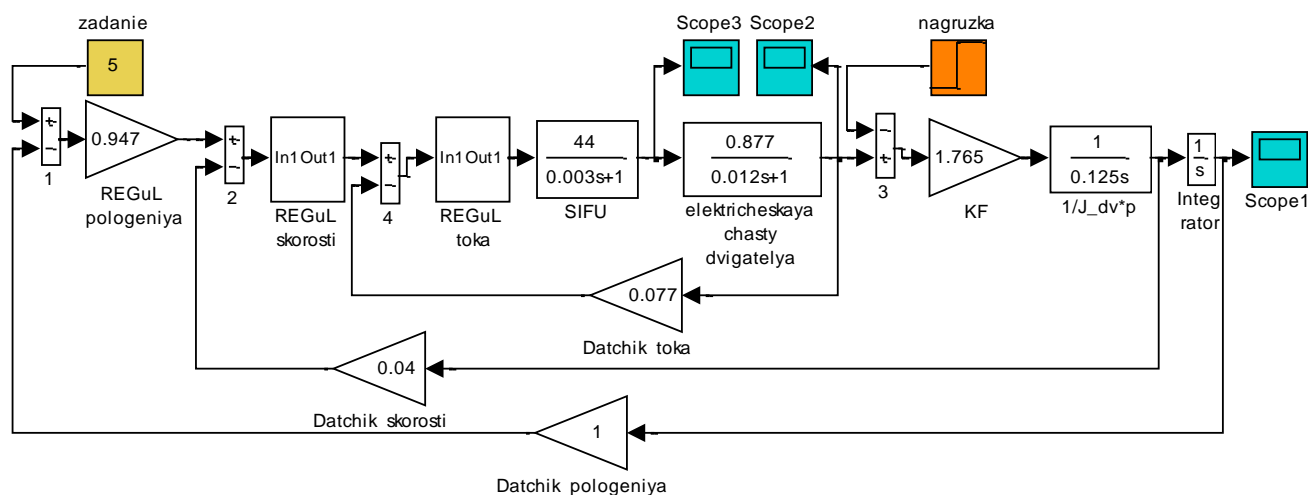
3.13,a-rasm. P va PI- tezlik rostlagichli uch konturli sistemaning kuchlanish o‘zgarishi ossilogrammasi.

Siljishni xarakterlovchi ossillogramma shuni kursatadiki PI-tezlik rostlagich topshirikni statik xatoliksiz kayta ishlaydi. Shu vaqtning uzida tok va kuchlanishning o‘tkinchi jarayenlari real xarakteristikalar bilan chegaralanmagan va rayel sistemalarda bulmaydigan qiymatlarga erishgan.

3.14-rasm va 3.15-rasmlarda rostlagilar 3.10-rasmdagi prinsial sxema bo‘yicha yigilgan uch konturli sistemaning strukturaviy sxemasi keltirilgan. Bunda 3.14-rasmdagi sxema P-tezlik rostlagichi va 3.15-rasmdagi sxema PI-tezlik rostlagichi orkali yigilgan rostlagichlar esa ostsistema (Subsystem) kurinishida keltirilgan.



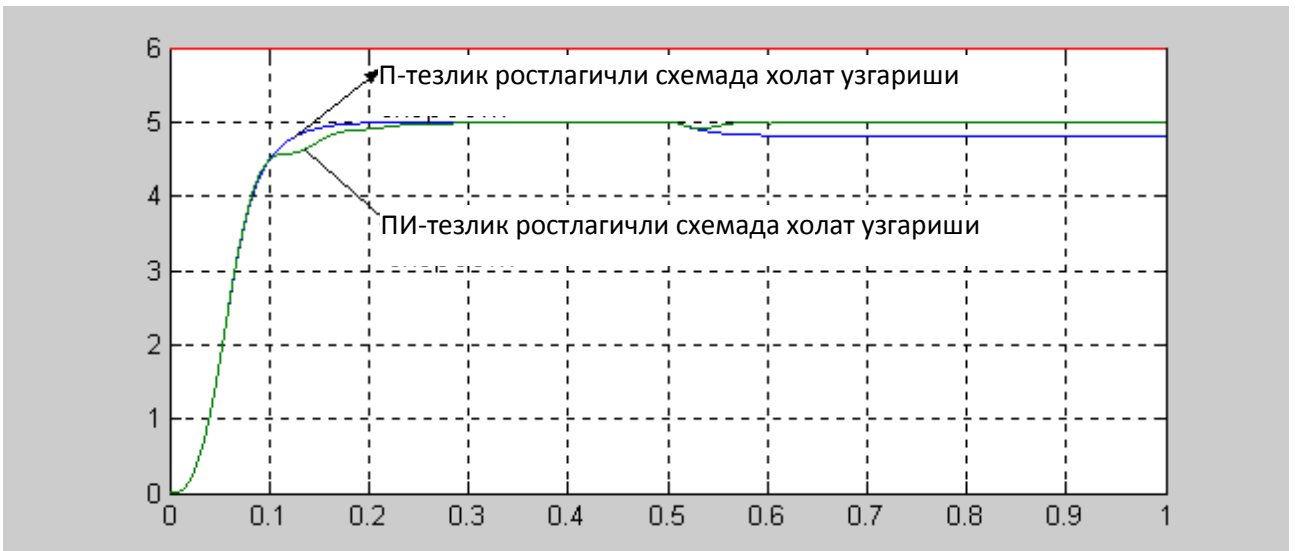
3.14-rasm. Rostlagich chikishi chegaralangan (P-tezlik rostlagichli) uch konturli rostlash sistemasi



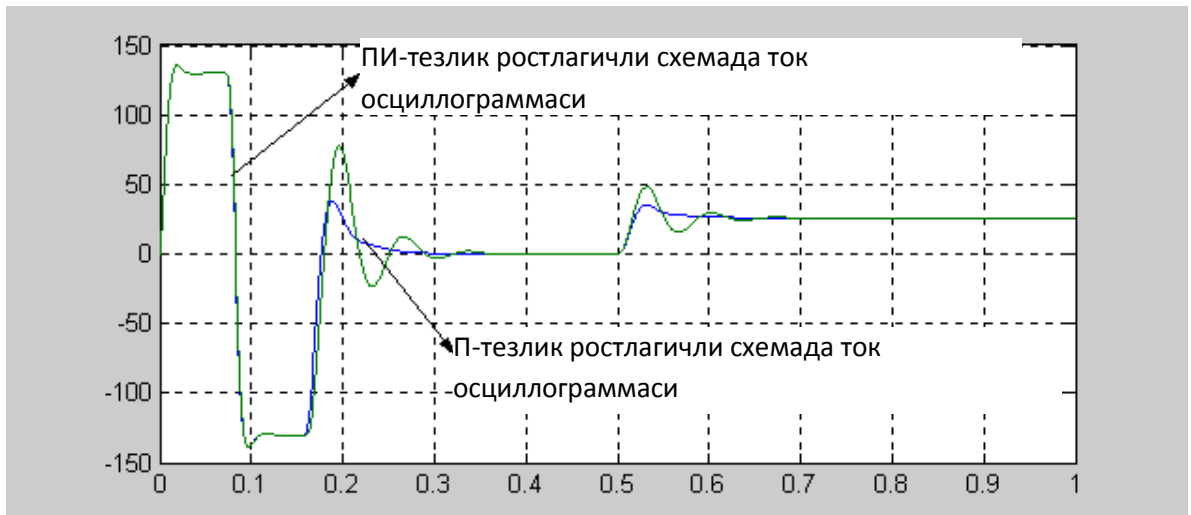
3.15-rasm. Rostlagich chikishi chegaralangan (PI-tezlik rostlagichli) uch konturli rostlash sistemasi

Quyida siljish bo‘yicha (3.16,a-rasm), tok bo‘yicha (3.16,b-rasm) va kuchlanish bo‘yicha (3.16,v-rasm) o‘tkinchi jarayonlar keltirilgan. 3.16,a-rasmdan xulosa shuki birinchidan PI-tezlik rostlagichli sistemada boshkarish bo‘yicha statik xatolik yuk, ikkinchidan holatga topshirik uta rostlashsiz kayta ishlanadi. Bundan sistema nochiziqli shuning uchun bu xulosa fakat kichik topshirik signallari uchun urinli. Topshirik signalining ortishi masalan 10ga teng bulishi sistemada utarostlashning paydo bulishiga olib keladi.





3.16.a-rasm. P va PI-tezlik rostlagli sistemada holat o'zgarishi.



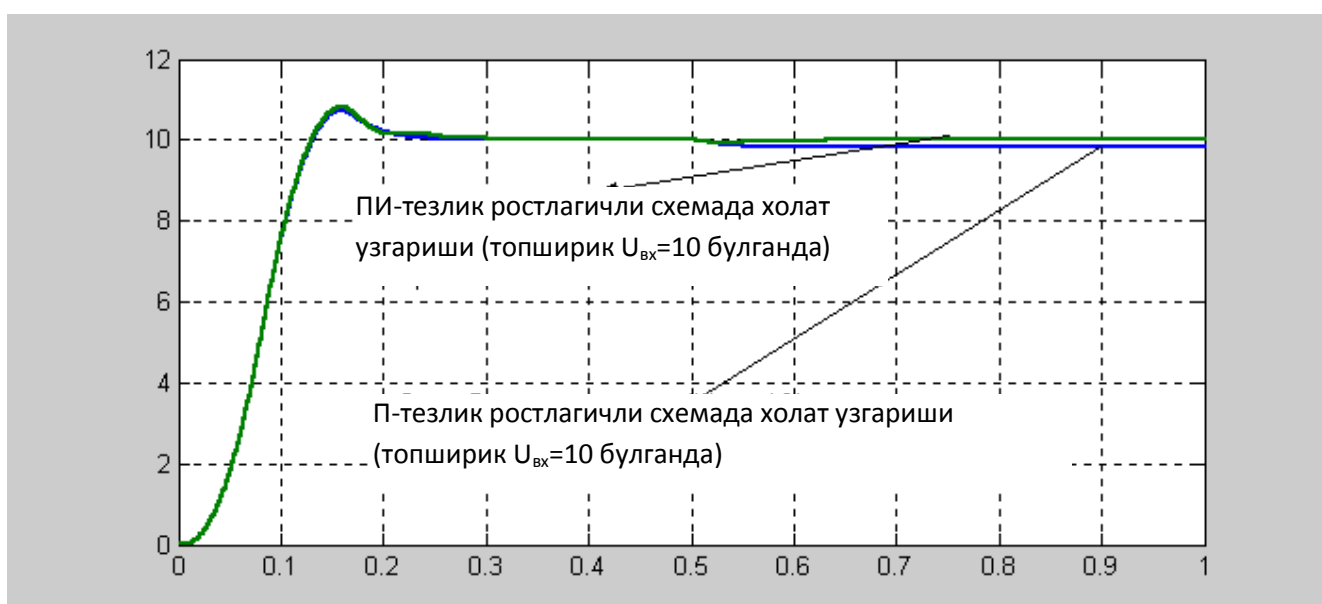
3.16.b.-rasm. P va PI-tezlik rostlagli sistemada tok o'zgarishi ossillogrammasi.



3.16.v-rasm. P va PI-tezlik rostlagli sistemada kuchlanish o'zgarishi ossillogrammasi.

Tok va kuchlanish grafiklarining taxlili shuni kursatadiki, ularning kattaligi chegaralangan (3.13-rasmda keltirilgandan mos ravishda kichik) va modeldagi jarayon real sistemalardagi jarayonga yaqin. Ammo shuni aytish joizki kuprok mos kelish uchun nafakat rostlagichlarning bolki o'zgartirgichlarning xam nochiziqililigini xisobga olish zarur.

Shuni ta'kidlash kerakki rostlash sistemasi chegaralashlarni xisobgaolgan xolda nochiziqli bo'ladi. Masalan, tadvik etilayotgan sistema topshirik kichik ( $U_{vx}=5$ ) bulganda o'tkinchi jarayoni utarostlashsiz. Topshirik ortganda ( $U_{vx}=10$ ) sistemada utarostlash paydo buldi.



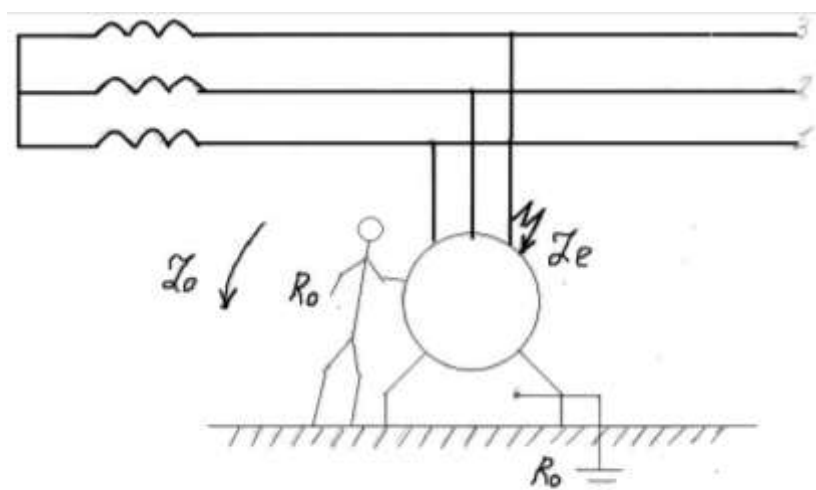
3.17-rasm. Topshirikning sezilarli qiymatlarida siljish bo'yicha o'tkini jarayonlar.

## Elektr moslamalarini xavfsizligini ta'minlash

Elektr uskunalarda ishlarni xavfsizligini ta'minlovchi asosiy texnik vositalar: yerga ulash; nol simga ulash; potentsiallarni tenglashtirish; himoya maqsadida o'chirish; tarmoqning elektrik taqsimlash; kichik kuchlanish; to'sish va blokirovkalash; tok o'tkazuvchi qismlarni iqotalash; yuqori chastotani qo'llashdir.

Ushbu vositalarni turli sharoitlarda qo'llash odamlarni tok o'tkazuvchi qismlarga tegish xavfidan, yuqori kuchlanishni past tomonga o'tish xavfidan himoyalaydi.

Yerga ulash deb kuchlanish ostida qolishi mumkin bo'lgan tok yurmaydigan, harakatlanmaydigan metall qismlarini yerga yoki uning ekvivalentiga elektrik ulanishiga aytiladi.



Tok o'tkazuvchi qismlar korpusga qisqa tutashganda tashqi korpus kuchlanishi ostida qoladi. Agar korpus yerdan ixotalangan bo'lsa unga tegish xuddi fazaga tegishdek xavfli bo'ladi. Korpus yerga ulanganda u

$$I_s = Z_e - R_e$$

Kuchlanishi ostida bo'ladi. Korpusga tekkan kishi.

$$I_{o't} = I_{ye} \cdot d_1 - d_2.$$

Kuchlanishi ostida bo'ladi, bue rad:

$I_t$  – o‘tkazish kuchlanishi.

$I_{ye}$  – yerga o‘tkazish kuchlanish.

$d_1$  – tegish koefitsiyenti

$d_2$  - tegish koefitsiyenti

Odam orqali o‘tayotgan tok

$$Z_0 = Z_e (R_e/R_o) \cdot L_1 \quad L_2 = Z_e (R_e \cdot d_1/R_{umo})$$

Formuladan ko‘rinib turibdiki, odam orqali o‘tayotgan tokni  $R_e$  – yerga ulash qarshiligini va  $d_1$  – tegish koefitsiyentini kamaytirish yo‘li bilan yoki odamni umumiy qarshiligi  $R_{um.o}$  ni ko‘paytirish yo‘li bilan kamaytirish mumkin.

$$R_{um.o} = R_0 + CH_{um} + CH_{o'tkazish}$$

Eng osoni himoyalovchi korpusni yerga ulangani ma’qul.

Yerga ulashni kuchlanishi 1000 V bo‘lgan neytrali ixotalangan tarmoqlarda va 1000 V dan yuqori bo‘lgan neytrali ixotalangan va yerga ulangan tarmoqlarda qo‘llaniladi.

Elektr uskunalarni 500 V dan yuqori kuchlanishga ega bo‘lgan hamma hollarda (ham o‘zgaruvchi, ham o‘zgarmas) yerga ulash kerak. Portlash xavfi bor xonalarda kuchlanishi qanday bo‘lishidan qat’iy nazar yerga ulash kerak. Xavfli va o‘ta xavfli xonalarda o‘zgaruvchan kuchlanish 36 V, o‘zgarmas kuchlanish 110 V bo‘lganda, shuningdek tashqaridagi elektr uskunalari ham hamma hollarda yerga ulanadi.

36 V kam bo‘lgan o‘zgaruvchan tok va 110 V dan kam bo‘lgan o‘zgarmas toklar faqat portlash xavfi bor hollarda yerga ulanadi.

Yerga elektr mashina, transformatorlarni ikkilamchi o‘ramlari, birinчисida 380 V undan yuqori bo‘lganda, taqsimlovchi shchitlarni karkaslari, kabel muftalarni metall korpuslari, kabellarni metall qobiqlari, elektr o‘tkazuvchilarni

po‘lat trubalari, balkalari va boshqa konstruksiyalar, shuningdek elektr priyomliklarni (ko‘chma) metall korpuslari ulanadi.

Yerga ulash, yerga ulovchi va yerga ulash simlaridan tarkib topgan yerga ulovchi moslamalar yordamida amalga oshiriladi.

Yerga ulovchi deb metall o‘tkazuvchi yoki o‘tkazish guruhlariga (bevosita yerga ulangan, ya’ni yer ostidagi moslamalariga aytiladi).

U tabiiy va sun’iy turlarga bo‘linadi.

Tabiiylariga: yer ostida yotqizilgan trubalar va quvurlar yonilg‘i va gaz mahsulotlarini tashuvchi, va korroziyaga qarshi ixotalangan quvurlardan tashqari, yer bilan tutashgan bino va inshootlarning temir beton konstruksiyalarini armaturalari, gidrotexnik inshootlarni metall shpuntlari; kabellar qo‘rg‘oshin qoplamalari kiradi.

Sun’iyilariga: yerga vertikal qo‘yilgan, qalinligi 3,5 mm, diametri 25-60 mm, bo‘lgan po‘lat trubalar, ugoloklar uzunligi 2-3 m gorizontal yotqizilgan po‘lat palasalar (qalinligi 4mm, ko‘ndalang kesimi  $48 \text{ mm}^2$  va undan ortiq) va hokazolar kiradi.

Alyuminlardan yerga ulashda foydalanilmaydi. Agressiv tuproqlarda, yana yerga ulagichlar korroziyaga uchraydigan joylarda mis yoki qalin metallardan foydalaniladi.

Yerga ulovchi o‘tkazgichlar deb elektr moslamalarni yerga ulovchilar bilan tutashtiruvchi o‘tkazgichlarga aytiladi. Yerga ulovchi o‘tkazgichlar sifatida: tarmoqlarning nolinci simlari; binolarning metall konstruksiyalari (ferma kolonna va hokazolar); ishlab chiqarish konstruksiyalarining metall konstruksiyalari (kron osti yo‘llar, lift shaxtalari, taqsimlovchi moslamalarning karkaslari;) elektr o‘tkazgichlarning po‘lat trubalari; kabellarni qo‘rg‘oshin va alyumin qoplamalari; metall quvurlar (vodoprovod, kanalizatsiya) bo‘lishi mumkin.

Yerga ulanishi lozim bo'lgan hamma inshootlar yerga ulovchi magistralga alohida yerga ulovchi o'tkazgichlar bilan bog'lanadi. Yerga ulangan neytralli tarmoqlarga ulovchi magistral qabul qiluvchi transformatorning namligi nuqtasi bilan birlashtirish kerak.

Bir nechta kuchlanish ostidagi jihozlarni ketma-ket yerga o'tkazgichlar bilan ulash tavsiya etilmaydi, chunki o'tkazgichga shikast yetsa, bir nechta jihoz yerga ulanmay qolinishi mumkin.

Yerga ulovchi o'tkazgichlar magistralga faqat svarka bilan mustahkamlanadi, elektr uskuna korpuslariga ega svarka yoki mustahkam bolt birikmalari – kontrogayka va purjinali shaybalar bilan mahkamlanadi.

Yorituvchi asbob uskunalar va elektrodlar maxsus kontaktlar yordamida yerga ulanadi. Ularni yerga ulash uchun yerga ulovchi kontaktlar bilan birlashtiruvchi maxsus shtepsellar qo'llanadi. Vilka va rozetka shunday birlashadiki kattaroq yuzaga ega bo'lgan yerga ulovchi shtir fazaga ulanmaydi. Elektr uskuna yoqilganda yerga ulovchi kontakt birinchisi bilan tutashadi, chunki ishchi kontaktga nisbatan uzunroq ishlangan. O'chirganda esa, aksincha, dastlab qisqaroq bo'lgan ishchi kontaktlari uziladi, so'ngra yerga ulovchi uziladi.

Yerga ulashni hisoblashda uning asosiy parametrlarini (trubalar soni, ularni o'rnatish, ulovchi o'tkazgichlarning uzunligi) aniqlash kiradi. Xizmat ko'rsatuvchilarning xavfsizligi tegib ketish va qadam kuchlanishi ruxsat etilgan kattaliklardan olib ketmagandagina ta'minlanadi.

Shundan kelib chiqib, qisqa tutashuv tokini  $Z_{qt}$  hisobga olgan holda yerga ulanuvchi qarshilik  $Re_{.u}$  meyorlashtiradi.

Oddiy yerga ulovchilarni hisoblash quyidagi tartibda bajariladi.

1. Elektr uskunani kuchlanishi, neytral rejimi quvvatini bilgan holda normalashtiriladigan qarshilik kattaligi aniqlanadi.

Kuchlanish  $660/380$  v bo'lganda  $Re_{.u} \leq 20$  m

380/220 v bo'lganda  $Re_{.u.} \leq 40 \text{ m}$

220/127v bo'lganda  $Re_{.u.} \leq 80 \text{ m}$

Ushbu kattaliklar izolyatsiyalangan (ixotalangan) neytral tarmoqlarda olinadi. Tarmoqda kuchlanish 380/220 v bo'lganda, qisqa tutashuvdagi yerga o'tkazib yuboruvchi tok odatda 10A dan oshmaydi, va korpusdagi kuchlanish.

$$I_{ye.u.} = Z_{q.t} \cdot Re_{.u.} = 10 \cdot 4 = 4 \text{ V bo'ladi.}$$

100 V·A quvvatli generator va transformatorlarning tarmoqlari unga uzoq emas va qisqa tutashuv toki  $Z_{q.t} = 2 \text{ A}$  dan oshmaydi. Shuning uchun bunday tarmoqlarda yerga ulovchi uskunani qarshiligini 10 Om gacha oshirish mumkin. ( $Re_{.u.} \leq 10 \text{ Om}$ ).

Yerga ulovchi moslamalarni keltirilgan qarshiliklari tuproqning solishtirilgan qarshiligi  $\rho \leq 40 \text{ Om}\cdot\text{m}$  bo'lganda meyorlashtiriladi. Solishtirma qarshiliklar katta bo'lganda meyoriy qarshiliklari  $\rho$  ni 100 marta kattalashtirish mumkin.

1000 V dan yuqori kuchlanishli elektr-uskunalarida yerga ulovchi moslamalarning qarshiligi yerga o'tkazuvchi qisqa tutashuv tokiga nisbatan olinadi. 500 A dan yuqori toklardagi qisqa tutashuvda  $Re_{.u.} \leq 0,5 \text{ Om}$ , 500 A dan kichik bo'lganda  $R_3 \leq 250/ Z_{q.t}$ , lekin 10 Om dan ko'p bo'lmasligi kerak ( $Z_{k.t}$  yerga o'tkazuvchi qisqa tutashuv tokini miqdori).

2. Yerga ulovchi moslamani meyorlashtirilgan qarshilik kattaligini aniqlagandan so'ng, tuproqning solishtirma qarshiligi topiladi  $\rho_{rav}$

Yerga ulovchilarni tokni tarqalishiga qarshiligi tuproqni solishtirma qarshiligiga, iqlim sharoitlariga, yerga ulovchilarni joylashganligi, ularning soni va o'lchovlariga bog'liq.

Tuproqni solishtirma qarshiligini hisobga olgan holda ulovchilarning tokni tarqalish qarshiligi quyidagi jadvalda berilgan.

Tuproq, suv	Solishtirma qarshilik, 100 Om m.	
	Tuproq massasida 10-20% namlik bo'lganda	Tebranish kattaligi
Qum	7	4-7
Qumloq tuproq	3	1,5-4
Qumoq tuproq	1	0,4-1,5
Loyli tuproq	0,4	0,08-0,7
Qora tuproq	2	0,09-5,3
Daryo suvi	-	0,1-10
Dengiz suvi	-	0,002-0,01

3. Tabiiy yerga ulagichlarni tokni tarqalishiga qarshiligi hisoblanadi.

a) Trubali yoki sterjinli yerga ulagich yerni ustiga chiqib turganda.

$$R_{e,y} = \frac{\rho}{2\pi e} \ln \frac{4l}{d}; \quad e = d$$

b), v), g) larni kitobdan qarang

4. Sun'iy yerga ulagichlarni qarshiligini topamiz  $-R_c$  agar tabiiy yerga ulagichlarni qarshiligi  $R_T$ , meyoriy qarshiligidan ko'p bo'lsa

$$R_c = R_T \cdot R_{m,q} / SR_T - R_{m,k}$$

5. Vertikal yerga ulagichlarni soni – n foydalanish koeffitsiyenti – Cht va masofa - a ni uzunligiga – l nisbatan aniqlanadi:



$$n = \frac{R_{M,K}}{U \cdot R_{e,y}};$$

$$a = \frac{l}{3}; \quad l = 2 - 3M$$

$$\phi \ 25 - 60M$$

Cht – jadvaldan topiladi..

6. n va ular orasidagi masofa topilgandan keyin trubalarni birlashtiruvchi polosani uzunligi va kengligi topiladi. Polosani kengligi odatda trubani diametri bilan teng olinadi.

7. Hisoblangan va qabul qilingan parametrlar bo'yicha polosani qarshiligi -  $R_n$  topiladi (jadvaldan).

8. Polosa va trubalarni o'rtasidagi ekranlashtirish hisobga olgan holda butun yerga ulovchi moslamani umumiy qarshiligi topiladi.

$$R_{y.M.} = R_{e,y} \cdot R_n / (nR_n \cdot U_T + R_{e,y} \cdot U_n)$$

$R_n$  - polosa qarshiligi.

Yerga ulovchi moslamalarni 1 yilda 2 marta yozda tuproq eng ko'p yaxlaganda o'lchab topshiriladi. Agar yerga ulovchi moslamani qarshiligi oshib ketgan bo'lsa, kamaytirish choralari ko'riladi. Qarshilikni tuproqni tuz bilan ishlov berish, tuproq namligini yaxshi saqlaydigan moddalarni qo'shish, tuproqni namlash, qo'shimcha elektrodlarni qo'shish bilan amalga oshiriladi.

## **Takomillashtirilgan texnikani ishlab chiqarishga joriy etishdan olinadigan iqtisodiy samaradorlik**

Iqtisodiy 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 muqobilligini 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 tannarxi;

$T_n$  – kapital mablag‘larning meyoriy qoplanish vaqti;

$E_n$  - kapital mablag‘larning samaradorlik meyoriy koeffitsiyenti.

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:

$$\Theta = \left[ 3_1 * \frac{e_2}{e_1} * \frac{P_1 * E_n}{P_2 * E_n} + \frac{(U_1^1 - U_2^1) - E_n (K_2^1 - K_1^1)}{P_2 + E_n} - 3_2 \right] * A_2 \quad [3]$$

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

koeffitsiyenti;

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

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

muddatini hisobga olish koeffitsiyenti.

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

Yen – samaradorlik meyoriy koeffitsiyent,

Yen = 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;

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

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

Ushbu yakuniy malaka ishida elektrodvigatellarni 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 himoyalanaadi.

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

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 amartizatsiya 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 koeffitsiyenti.	-	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	143,0	143,45
	- elektroenergiya sarfi xarajatlari	92844,0	92844,0

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_{ii} &= 3198.91 * 4 * 1 + \frac{(93416 - 93417.8) - 0.15(286.9 - 286.0)}{0.614 + 0.15} - 3200.26 = \\ &= 12795.64 - 6.16 - 3200.26 = 9589.22 \text{ m.cym.} \end{aligned}$$

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:

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

## X U L O S A

Ushbu diplom loyihasi o'z ichiga kirish qismi, 3 bobdan iborat asosiy qism, iqtisodiy qism, hayot faoliyati xavfsizligi qismi , xulosa va foydalanilgan adabiyotlar royxatini olgan.

Kirish qismida bitiruv malakaviy ishi mavzusining dolzarbligi asoslangan.

Birinchi bob to'qimachilik sanoatida ko'p dvigatelli liniyalarning rivojlanishi va hozirgi kundagi holatiga bag'ishlangan bo'lib, unda to'qimachilik sanoatida uzluksiz liniyalar, ularda elektr yuritmalarga qoyiladigan talablar, uzluksiz liniyalarning texnologik va mexanik bog'lanishiga ko'ra sinflanishi va chiziqli tezliklar nomutanosibligining hosil bo'lish sabablari masalalariga bag'ishlangan.

Diplom loyohasining ikkinchi bobi MatLAB dasturi va uning imkoniyatlari haqida ma'lumotlarga bag'ishlangan. MatLAB dasturining tarkibiy qismlari va qaysi soha sistemalarini modellashtirishga mo'ljallanganligi to'g'risida qisqacha ma'lumotlar keltirilgan.

Avtomatik boshqarishda kuzatuvchi tizimlarni rostdash masalalari bitiruv malakaviy ishining uchinchi bobida keltirilgan bo'lib, unda kuzatuvchi tizimni o'zgarms tok elektr yuritmasi sxemalar darajasida keltirilgan.

Diplom loyihasining yakuniy natijasi sifatida to'qimachilik sanoatida ko'p dvigatelli liniyalarning ishlash jarayonini MatLAB dasturida modellartirish va avtomatik rostdash sistemalarini tadqiq etish natijalarini ko'rsatish mumkin.

## ADABIYOTLAR

1. Karimov I.A. Vse nashi ustremeniya i programmi – vo imya dalneyshego razvitiya rodini i povisheniya blagosostoyaniya naroda. Doklad na zasedanii pravitelstva po itogam sotsialno – ekonomicheskogo razvitiya strani. – <http://www.senat.gov.uz/>.
2. Terexov V.M., Osipov O.I. Sistemi upravleniya elektroprivodov. M. AKADEMIYA, 2006
3. Sandler A. S. Regulirovaniye skorosti vrasheniya asinxronnix dvigateley. M., «Energiya», 1996.
4. Veshenevskiy S. N. Xarakteristiki dvigateley v elektroprivode. M., «Energiya», 1996,
5. Chilikin M. G., Sokolov M. M., Shinyanskiy A. V. Asinxronniy elektroprivod s drosselyami nasisheniY. M., «Energiya», 1994.
6. Chilikin M. G., Petrov I. I., Sokolov M: M., Voronetskiy B. B. Problemi avtomatizirovannogo elektroprivoda.-«Elektrichestvo», 1999, № 3.
7. Protayskii S. A. Chastotno-impulsnoye upravleniye asinxronnim dvigatelem i yego xarakteristiki. - «Elektrotexnika», 2004, № 10.
8. Shubenko V. A., Braslavskiy I. Y., Shreyner R. T. Asinxronniy elektroprivod s tiristorniye upravleniyem. M., «Energiya», 1997.
9. Onishenko G. B. Asinxronniy ventilniy kaskad. M., «Energiya», 1997.
10. Sokolov M. M., Petrov L. P., Masandilov L. B., Elektromagnitniye perexodniye protsessi v asinxronnom elektroprivode. M., «Energiya», 1997.
11. Petrov I. I., Meystel A. M. Spetsialniye rejimi raboti asinxronnogo elektroprivoda. M., «Energiya», 1998.
12. Abraham L., PatschkeU. Pulstechnik fur die Drehzahlsteuerung von Asynchronmotoren.-iN<sub>0</sub>G<sup>J</sup>Mitt, 2004, H. 54, № 1-2, S. 133-140.
13. Koppelman F., Michel M. Kontaktlose Steuerung der Drehzahl von Asynchronmotoren mit Hilfe antiparalleler Thyristoren. - AEG-Mitt, 2004, H. 54, № 1-2, S. 126-132.
14. Sokolov M. M., Danilov P. YE. Statcheskiye xarakteristiki asinxronnogo



elektroprivoda pri impulsnom upravljenii s pomoshyu tiristorov.-«Elek-trotexnika», 2007, № 8.

15. Danilov P. YE. Asinxronniy elektroprivod s regulirovaniyem vipryamlennogo toka rotora impulsnim metodom: - M.: MEI, 2007,- 67 s.

16. Osnovi avtomatizirovannogo elektroprivoda: Uchebnoye posobiye dlya vuzov./M. G. Chilikin, M. M. Sokoloy, V. M. Terexov, A. V. Shinyanskiy.-M.: Energiya, 1994.-568 s.

17. Chilikin M. G., Klyuchev V. I., Sandler A. S. Teoriya avtomatizirovannogo elektroprivoda. - M.: Energiya, 1999. - 616 s.

18. Zimin YE. N., Yakovlev V. I. Avtomaticheskoye upravleniye elektroprivodami.- M.: Vissh. shkola, 1999. - 318 s.

19. Spravochnik po proyektirovaniyu avtomatizirovannogo elektroprivoda i sistem upravleniya texnologicheskimi protsessami/Pod red. V. I. Kru-povicha, Y. G. Baribina, M. L. Saiovera. - M.: Energoizdat, 2002.- 416 s.

20. Sandler A. S, Sarbatov R. S. Avtomaticheskoye chastotnoye upravleniye asinxronnimi dvigatelyami. - M.: Energiya, 1994. - 328 s.

21. Asinxronniy elektroprivod s tiristornimi kommutatorami/Petrov L .P., Ladenzon V. A., Obuxovskiy M. P., Podzolov R. G. - M.: Energiya, 1990.- 128 s.

22. Shubenko V. A., Braslavskiy I. Y. Tiristorniy asinxronniy elektroprivod s fazovim upravleniyem. - M.: Energiya, 1992. - 130 s.

23. Danilov P. YE. Asinxronniy elektroprivod s regulirovaniyem vipryamlennogo toka impulsnim metodom. - M.: MEI, 2007. - 68 s.

24. Danilov P. YE., Barishnikov V. A. Raschet staticheskix i dinamicheskix rejimov asinxronnix elektroprivodov s impulsnim upravleniyem v rotnoy sepi. - M.: MEI, 2000.- 88 s.