

621.33
H-86



B.X. Hushboqov

ELEKTR TORTISH ASOSLARI

O'quv qo'llanma



Toshkent-2013

“O‘zbekiston temir yo‘llari” DATK
Toshkent temir yo‘l muhandislari instituti

B.X.Hushboqov

ELEKTR TORTISH ASOSLARI

5310700 – Elektr texnikasi, elektr mexanikasi va elektr texnologiyasi
(temir yo‘l transportida) ta‘lim yo‘nalishi 2, 3 – bosqich bakalavriat
talabalari uchun o‘quv qo‘llanma

Toshkent-2013



UDK 629.424

Elektr tortish asoslari. O'quv qo'llanma. **Hushboqov B.X.** ToshTYMI, T.: 2013, 154-bet.

O'quv qo'llanmada poyezdlar tortish nazariyasi va elektrli tortishda hisoblash usullari bayon qilingan bo'lib, lokomotivlarni tortish sinovlaridan o'tkazish to'g'risida asosiy ma'lumotlar keltirilgan hamda elektrli harakatlanuvchi tarkibni boshqarish masalalari ko'rib chiqilgan.

Bibliografiya 18, 98 ta rasm , 9 ta jadval.

Taqrizchilar: A.J. Toshboev – O'zdavtemiryo'lnazorat davlat inspeksiyasi;

Berdiev U.T. – t.f.n., dot.

Kirish

O'zbekistonda chuqur iqtisodiy islohotlar amalga oshiralayotgan hozirgi zamonda transport turlarining o'rni nihoyatda katta bo'lib, ular ishlab chiqarish va ijtimoiy infratuzilmalarning yetakchi tarmoqlari sifatida ahamiyatlidir. Transport, ayniqsa temir yo'l transporti har qanday jamiyatning davlatchilik – hududiy tuzilishining, ichki va tashqi bozorining shakllanishida kuchli hal qiluvchi omil sifatida o'rin tutadi.

Transportning asosiy vazifasi aholi va xalq xo'jalik subyektlarining transport xizmatlariga bo'lgan barcha ehtiyojlarini o'z vaqtida va sifatli qondirishdan, transport tizimining samaradorligini va barqarorligini ta'minlashdan iborat.

Transport har qanday ijtimoiy hayotning zaruriy vositasidir. Ishlab chiqaruvchi kuchlarning o'sishi, ijtimoiy tizimlarning o'zgarishi bilan transport vositalari ham o'zgaradi va rivojlanib boradi. Transportning umumiy rivojlanishdan orqada qolishi jamiyat rivojiga salbiy ta'sir qiladi va bu holat transport vositalari taraqqiyoti sur'atlarini jadallashtirish ehtiyojini vujudga keltiradi.

Transport xalq xo'jaligida moddiy ishlab chiqarish jarayonini davom ettirib, iste'mol darajasiga yetkazadi. Transportning umumjamiyat ishlab chiqarishdagi asosiy vazifasi sanoat, qishloq xo'jaligi va transport turlari faoliyatini o'zaro birlashtirishdan iborat. Transportda tashish hajmi bir tomondan yuk oqimlari yo'nalishlari va transport texnikasining rivojlanishiga, xalq xo'jaligi tarmoqlarida ishlab chiqariladigan mahsulotlar miqdoriga, ularni ishlab chiqarish va iste'mol qilish punktlarining mamlakat sarhadlarida qanday joylashganligiga, ikkinchi tomondan esa, mavjud yo'llarning o'tkaza olish qobiliyati mahsulotlar ishlab chiqarish hajmiga va ularning qayerda joylashganligiga bog'liq bo'ladi. Shu qatorda transportning o'zi ham ishlab chiqarish sohasining ulkan iste'molchisi bo'lib, uning ishlab chiqargan mahsulotlari strukturasi va hajmiga o'tkazadigan ta'siri benihoya kattadir.

Davlatning mudofaa qudratini oshirishda ham transportning ahamiyati beqiyos. Bunda temir yo'l va avtomobil transportlarining ahamiyati ayniqsa katta, chunki armiya qismlari va mudofaa vositalarini bir joydan ikkinchi joyga ko'chirish asosan transportning shu ikki turi yordamida bajariladi.

Hozirgi kunda transport mamlakat ishlab chiqaruvchi kuchlarining tarkibiy qismi sifatida fan va texnika yutuqlarini keng miqyosda tadbiq etuvchi ulkan tizimni tashkil etadi.

Temir yo'l transporti mamlakatimiz transport tizimining asosini tashkil etib, uning yagona transport tizimida yetakchi o'rin egallaydi. Temir

yo'lning davlat, xalq xo'jalik va mudofaa quvvatidagi o'rni benihoyadir. Hozirgi mustaqil rivojlanish va bozor munosabatlariga o'tish davrida temir yo'llarning roli muntazam oshib bormoqda. Temir yo'llardan aholining va xalq xo'jaligining tashishlarga bo'lgan barcha ehtiyojlarini to'liq qondirish, tashishni yuqori sifat bilan o'z vaqtida bajarish talab qilinadi. Tashishlarga bo'lgan buyurtmalarni biroz kechiktirish ham korxonalarning bir me'yorda ishlashiga jiddiy zarar keltiradi, xo'jalikni shartnomaviy asoslarda muqim yurgazishni izdan chiqaradi.

Temir yo'llarning keng tarmoqli xo'jaliklari minglab kilometrlarga cho'zilgan bo'lib, beto'xtov va avariyasiz faoliyati uning barcha xo'jalik va bo'g'inlarning o'zaro mutanosib va yagona konveyer sifatida muntazam ishlashiga bog'liq. Tashish jarayonini takomillashtirishda o'zining barcha mahoratlarini ishga solish uchun temir yo'l sohasidagi har bir xizmatchi faqat o'z kasbini o'rganibgina qolmay, balki temir yo'llarning barcha yondosh xo'jaliklari haqida ham yetarlicha bilim va tajribalarga ega bo'lishi kerak.

Keyingi yillarda temir yo'l transportida, uning texnikasi va ishlatilishida, iqtisodiyoti uslublarida katta o'zgarishlar sodir bo'ldi. Temir yo'llarni elektrlashtirish, avtomatika va telemexanikani keng qo'llash, ishlarni kompleks mexanizatsiyalash, hisoblash texnikasi va mikroprotsessorlarni qo'llash asosida texnik qayta jihozlash bo'yicha katta ko'lamdagi ishlar olib borilmoqda.

Temir yo'llar yangi elektrovozlar, teplovozlar va yangi konstruksiyali vagonlar bilan, og'ir turdagi relslar, temir beton shpallar, yangi avtomatika va telemexanika jihozlari, og'ir ishlar uchun zamonaviy mashina va mexanizmlar bilan boyitildi. Yangi texnikani qo'llash temir yo'llaridan foydalanish usullarini takomillashtirish bilan birga olib borildi. Vagonlarning statik yuklanishi, poyezdlar massasi va harakat tezliklari oshdi.

Temir yo'l transportida hal etilishi lozim bo'lgan bir qator aktual muammolar ham o'z yechimini kutmoqda. Harakat xavfsizligini va tashiladigan yuklarning sifati va saqlanganligini ta'minlash eng dolzarb vazifalar qatoriga o'tdi. Temir yo'llarni loyihalashda, qurishda va foydalanishda tabiat muhofazasi, atrof-muhitni asrash, ekologik tozalik masalalari eng birinchi vazifalar qatoriga qo'yilgan.

"Elektrli tortish asoslari" fani poyezd mexanik harakati nazariyasi, elektrli harakatlanuvchi tarkibdan oqilona foydalanish va elektr energiyani iqtisodli sarflash bilan bog'liq bir qator masalalarni qamrab oladi.

Elektrli tortish asoslari temir yo'ldan samarali foydalanish, yangi loyihalanayotgan liniya, yangidan elektrlashtirilayotgan uchastkalarining asosiy parametrlarini hisoblash, yangi ishlab chiqarilayotgan elektrovoz va elektropoyezdlar hamda vagonlarga asosiy talablarni belgilash kabi keng doirali masalalarni hal qilish imkonini beradi. Ushbu nazariya yordamida poyezdga

ta'sir qiluvchi kuch aniqlanadi, ularning harakat tavsifiga ta'siri baholanadi, tanlangan seriyadagi elektrovoz uchun tarkibning optimal massasi aniqlanadi. Elektrli tortish nazariyasi poyezdlar harakati xavfsizligini hisobga olgan holda yo'lining ixtiyoriy nuqtasida harakat tezligini hamda har bir peregon va uchastkada yurish vaqtini hisoblash, lokomotiv quvvatidan foydalanishni tekshirish, elektr energiyasi sarfini aniqlash imkonini beradi.

Poyezdlar tortishi nazariyasi XIX asrda rivojlana boshladi. Professor N.P. Petrov o'sha vaqtda ishlab chiqqan ishqalanish gidrodinamik nazariyasi hozirgi kunda ham o'z qiymatini yo'qotgani yo'q. Keyinchalik professorlar Yu.V. Lomonosov, V.F. Yegorchenko, A.M. Babichkov va boshqa olimlar poyezdlar tortishini nazariy va tajribaviy tadqiq qilishdi.

A.V. Vulf, A.B. Lebedov, V.A. Shevalin va boshqa olimlar elektrli tortish nazariyasini ishlab chiqib, temir yo'lni elektrlashtirish rivojiga asos soldilar.

O'tgan asrning 60 yillari boshida O'zbekiston Respublikasi temir yo'llari MPSning ekstremal iqlim sharoitida: Farg'ona vodiysiga kirishda Xovostdan Qo'qongacha bo'lgan uchastkalar havoning o'ta namlanganligi, yozda o'ta issiqligi va qishda muzgarchilikda, tez-tez yon tarafdin kuchli shamol sharoitida teplovozlar uchun sinov maydoniga aylanib qoldi. Mamlakat temir yo'lchilari o'sha vaqtda yangi bo'lgan tortish turini tez va mahorat bilan egallab oldilar. Hamda uning bug'li tortishga nisbatan afzalligini aniqladilar. Ammo teplovoz ishining ishonchsizligi aniq edi. Ayniqsa uning bosh energetik qurilmasi—dizel ishonchsizligi tezda ayon bo'ldi. Chunki dizel yonilg'i, moy, suv va havo kabi bir nechta alohida tizimlardan tashkil topgan bo'lib, ularning ishidagi ixtiyoriy nosozliklar lokomotiv ishi to'xtatishiga olib kelishi yoki, tortish quvvati sezilarli pasayishiga olib kelishi mumkin edi.

Teplovoz tortishiga nisbatan elektrli tortish ishonchliligi va samaradorligi shubha tug'dirmaydi. O'z vaqtida MPS yetakchi mutaxassisleri tomonidan O'zbekistonning changli va issiq iqlimida yo'lining og'ir profili (qiyaliklar, egri yo'llar ko'pligi va boshqalar) sharoitida teplovozlar o'ta ishonchsiz ishlashi va shu sababli elektrovozlardan foydalanish maqsadga muvofiqligi isbotlab berilgan edi. Poyezdlarning elektrli tortishi dizelli tortishga nisbatan asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat: tortish elektrodvigateli nisbatan yuqori foydali ish koeffitsiyentiga ega (teplovozning 28,1 % iga qarshi elektrovozda 94,3 %), atmosferaga zararli chiqindilar chiqarmasligi va dizel ishlashidagi kuchli shovqin bo'lmasligi, harakat tezligi o'sishi va boshqalar. Shuning uchun temir yo'lda nisbatan ishonchli va iqtisodli tortish turi sifatida elektrli tortishga kuchli qiziqish uyg'ongan.

Temir yo'lni elektrlashtirish tashish qobiliyatini keskin o'sishiga olib keladi hamda tashish tannarxi tushishiga, mehnat unumdorligining oshishiga olib keladi.

Temir yo'l magistrallarini elektrlashtirish faqat transport masalasi bo'lmasdan, u xalq xo'jaligini texnik rivojlantirishning muhim omilidir hamda

mamlakat ishlab chiqarish kuchlari rivojlanishiga, yangi iqtisodiy rayonlar ochishiga bevosita ta'sir qiladi. Tortuvchi nimstansiyalardan faqat elektrli tortish maqsadlarida foydalanishdan tashqari, yon atrofidagi sanoat, fermer va kichik biznes korxonalarini, aholini arzon elektr energiya bilan ta'minlash imkonini beradi. Bu ko'p sondagi kam samarali dizel elektr stansiyalariga bo'lgan ehtiyojning kamayishiga sabab bo'ladi.

Elektrli tortishni ishlab chiqarishga tadbqiq etishning bir qator ijobiy tomonlari mavjud. Bunga misol qilib mustaqil O'zbekistonning dunyo bozoriga tannarxi arzon mahsulot yetkazib berishi, temir yo'l transportida ishlovchi ishchilar qo'l mehnatini kamayishi hamda endi oyoqqa turayotgan davlatimiz yonilg'i-energetik resurslari tejalib yonilg'i moylov bazasida mustaqilikka erishish, atrof-muhitga yetkazilayotgan zarar kamayishi va boshqa samarali tomonlarini keltirish mumkin.

I. UMUMIY MA'LUMOTLAR.

1.1. Elektrli tortish nazariyasi

Poyezdlar tortishi – poyezd harakatlanish mexanikasi, lokomotivlar quvvatidan oqilona foydalanish va harakat xavfsizligiga tegishli masalalarni o'rganuvchi temir yo'l fani sohasidir.

Poyezdlar tortishi fani quyidagi asosiy bo'limlarni o'z ichiga oladi:

1. Poyezdga ta'sir qiluvchi kuchlar va ularni aniqlovchi omillar.
2. Kuchlar ta'siri natijasida poyezd harakati.
3. Poyezd harakati va lokomotiv ishlashi bilan bog'liq amaliy masalalarni yechish usullari.
4. Harakatlanuvchi tarkibni tortish sinovlaridan o'tkazish usullari.
5. Lokomotiv quvvatidan oqilona foydalanish shartlarini aniqlash usullari.

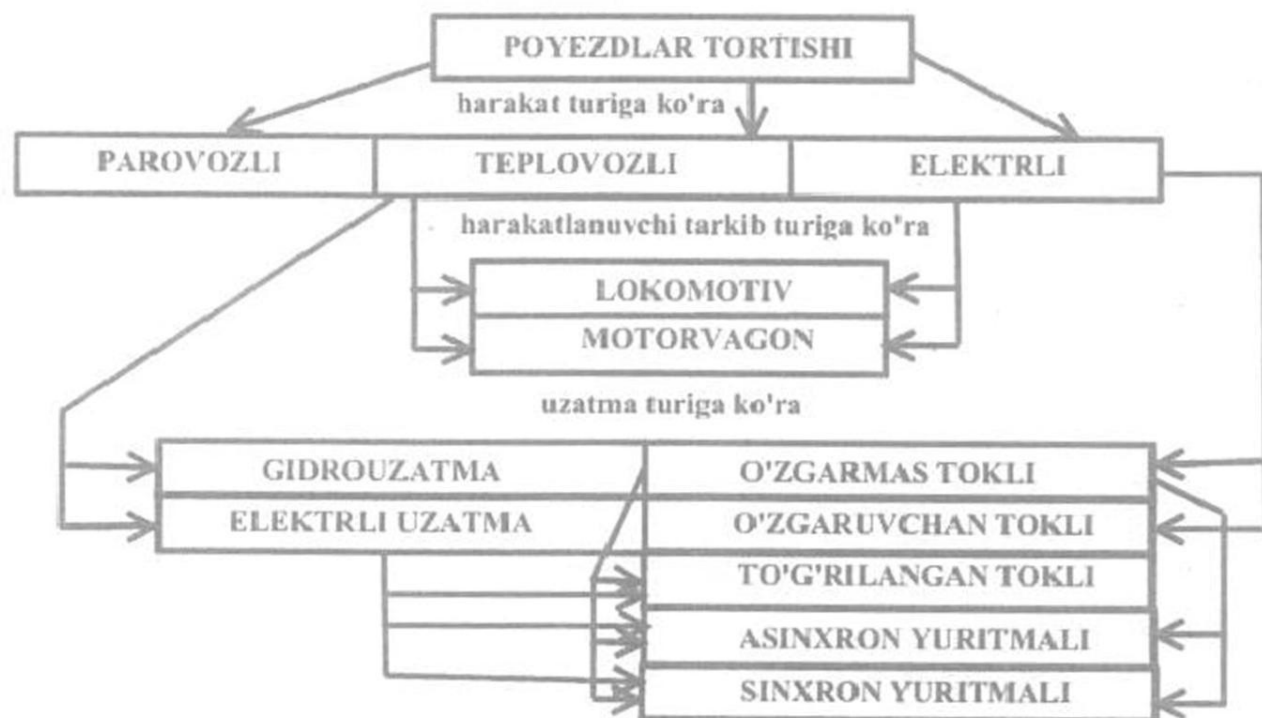
Elektrli tortish nazariyasidan foydalanib hal etiladigan quyidagi amaliy masalalarni elektrli tortishga qo'llash mumkin:

1. Elektrovoz tortish kuchini uning turli ish rejimlari va harakatining turli tezliklarida hisoblash.
2. Harakatga qarshilik kuchlarini hisoblash.
3. Tormozlashning turli rejimlarida elektrovoz va tarkib tormozlash kuchini hisoblash.
4. Poyezd harakatlanishining turli rejimlarida dinamik zo'riqishni hisoblash.
5. Elektrovoz turini tarkibning berilgan parametrlari, tezlik rejimlari va yurish uchastkasiga ko'ra tanlash.
6. Tarkib massasini elektrovozning berilgan parametrlari va yurish uchastkasiga ko'ra tanlash.
7. Uchastkaning har bir peregonida harakat tezligi va yurish vaqtini hisoblash.
8. Poyezd harakatlanish grafigini tuzish.
9. Elektr energiya sarfini me'yorlash.
10. Turli uchastkalarda poyezd harakatlanishining oqilona rejimlarini aniqlash.
11. Temir yo'l elektrlashgan uchastkalarining o'tkazuvchanlik va tashuvchanlik qobiliyatini aniqlash.
12. Elektrovozning berilgan turi, uchastka parametrlari va harakat grafigiga ko'ra elektr ta'minot tizimi parametrlarini aniqlash.
13. Harakatlanuvchi tarkib berilgan turi va harakat parametrlariga ko'ra loyihalalanayotgan uchastka profilini tanlash.
14. Harakatlanuvchi tarkib berilgan turi va harakat parametrlariga ko'ra bekat, depo, jihozlash uskunalari, loyihalalanayotgan uchastka tortuvchi

nimstansiyalarini oqilona joylashtirishni tanlash.

15. Loyihalanayotgan harakatlanuvchi tarkib tortish xossalarini, kuzovi shaklini, jihozlanishini uning funksional maqsadiga ko'ra tanlash.

Yuqorida keltirilganlarni umumlashtirib aytish mumkinki elektrli tortish asoslarida ko'riladigan masalalar nazariy qismida umumiy mexanika va elektrotexnika qonunlari, amaliy qismida esa ilg'or mashinistlar tajribasi zamonaviy hisoblash texnikasi yutuqlari bilan umumlashtiriladi.



1.1-rasm. Poyezdlar tortishi sinflanishi

Elektrli tortishning ijobiy tomonlarini ko'rib chiqamiz:

1. Elektrli tortishli poyezdlarning ekologik sofliigi.
2. Lokomotiv quvvati kattaligi, ya'ni tarkib massasi kattaligi va texnik tezligi yuqoriligi.
3. Tortuv motorlarini poyezd uzunligiga taqsimlanganda massasi kichikligi (motor vagonli harakatlanuvchi tarkib). Mos ravishda o'q yuklamasi kichikligi, mos ravishda, harakat tezligi yuqoriligi (ICE (Fransiya) – 482 km/s, TGV (Fransiya) – 515,3 km/s).
4. Tormozlash rejimida elektr energiyaning bir qismini qaytarish imkoniyati.
5. Tortishning boshqa turlariga nisbatan jihozlashlar orasidagi katta yurish, chunki bu holatda lokomotivni faqat qum bilan to'ldirish talab qilinadi. Bizga ma'lumki, elektr poyezdlar uchun hatto qum ham kerak bo'lmaydi.

Nazorat savollari

1. Elektr tortish asoslari fani qanday bo'limlarni qamrab oladi?
2. Elektrli tortishga qo'llash mumkin bo'lgan amaliy masalalarni keltiring.
3. Elektrli tortishning ijobiy tomonlari.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar: [7]

1.2. Transport harakatlanishi va uning o'ziga xos tomonlari

Transport harakati – bu makonda yuk va yo'lovchilarning ko'chishi bilan bog'liq harakatdir. Turli ko'rinish va shakldagi transport turlari (yer usti, suv orqali, havo) mavjud. Transportning ushbu turlarida ko'chish transport vositasi (avtonom – avtomobil, samolyot, kema, teplovoz yordamida harakatlanuvchi poyezd, noavtonom – elektropoyezd, tramvay, trolleybus) yuk yoki yo'lovchilar S masofaga joyini o'zgartirishi yordamida amalga oshiriladi.

Ko'chish uchun harakatlantiruvchi kuch kerakligi sababli **mexanik ish** bajariladi. Mexanik ish kuchning bosib o'tilgan masofaga nisbatan hosilasiga aytiladi.

Transport harakatining o'ziga xos tomonlari. Transport harakatining boshqa harakatlardan farqlovchi o'ziga xos tomonlari mavjud.

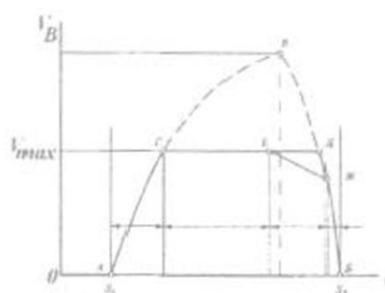
Avvalo transport vositasi harakati davrlidir. Har bir davrda harakat boshi (vaqt oni va fazo nuqtasi) va oxiri mavjud. Shu taxlitda har bir davr bosib o'tilgan masofa va harakat vaqti bilan tavsiflanadi. Ushbu ikki harakatdan kelib chiqib harakatning o'rtacha tezligi topiladi.

Fazodagi har bir harakat umumiy holatda uch o'lchamli bo'lishi mumkin. Ya'ni harakat davomida harakat vositasi vaqt onida fazodagi koordinatasining uchchala kattaligiga o'zgarishi mumkin.

Biroq transport harakati tasodifiy hol bo'lmasdan maqsadli yo'naltirilgan bo'ladi. Transport vositasi belgilangan joyga eng yaqin yo'ldan (iloji boricha to'g'ri liniyadan) minimal vaqtda borishi lozim.

Transport harakatlanish davri boshlanishida harakat tezligi nolga tengligini hisobga olib, harakatlanish davri uch fazaga (rejimga) ega bo'ladi, tezlikni oshirish (joyidan qo'zg'alish va tezlikni ko'tarib borish), ma'lum tezlikda harakatlanish va sekinlashish (to'liq to'xtashgacha).

Transport harakatlanish davri. 1.2-rasmda transport vositasining A punktdan (S_1 koordinatali) B punktgacha harakatlanish (S_2 koordinatali) davrida tezlik o'zgarishining taxminiy grafigi keltirilgan.



1.2-rasm. Transport harakatlanish davrlari

Agar oldimizga AB masofani minimal vaqtda bosib o'tish kerak bo'lganda transport harakatlanish davri ikki fazadan: tezlikni oshirib borish va sekinlashish fazalaridan iborat bo'lar edi. Ushbu holat grafikda punktir chiziq bilan ko'rsatilgan.

Agar transport ushbu grafik asosida harakatlenganda uning o'rtacha tezligi har qanday boshqa grafikdagidan kattaroq bo'lar edi. Lekin ushbu holatda bosib o'tiladigan masofa katta bo'lsa transport maksimal tezligi cheksiz kattalikka intilgan bo'lar edi. Ushbu tezlikni har qanday transport texnik jihatdan ta'minlab bera olmas edi. Ikkinchi tomondan qaraganda yig'ilgan kinetik energiya masofaning ikkinchi yarmida tormozlash orqali so'ndirilishi lozim edi. Bu energiya isrofiga olib kelar edi.

Demak, hayotiy holatda ushbu rejim, ya'ni minimal vaqt rejimidan foydalanish maqsadga muvofiq emas. Ushbu holatdan faqatgina tormozlanishi kerak bo'lmagan kosmik obyektlar, raketalar dvigatellariga kerakli tezlikni berish uchun foydalaniladi.

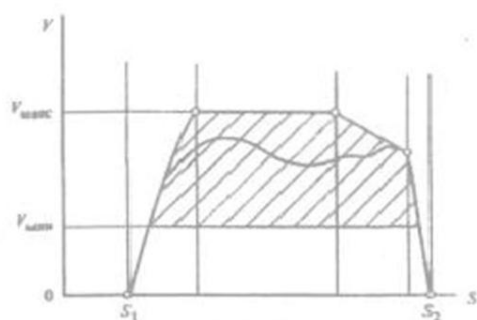
Umumiy holatda ixtiyoriy transport vositasi maksimal tezligi chegaralangan bo'ladi. Tezlik konstruktiv sabablar (konstruksiya va yo'l mustahkamligi, ishonchliligi) ga ko'ra cheklanishi mumkin. Lokomotivlar uchun ushbu tezlik mumkin bo'lgan eng katta tezlik hisoblanadi, shuning uchun konstruktiv tezlik deb ataladi. Maksimal tezlik chegaralanishi grafikdagi AVB egri chiziqli uchburchakni AGDB egri chiziqli trapetsiya shakliga keltiradi.

To'plangan kinetik energiyadan oqilona foydalanish uchun xaydovchi ba'zan tormozlash rejimi boshlanishidan oldin motorni o'chiradi va yo'lning EJ qismini inersiya yordamida bosib o'tadi. Ushbu rejim salt yurish rejimi deb ataladi.

Natijada transport harakat davri tezlik grafigi 3 emas 4 ta turli fazadan iborat bo'ladi: tezlanish AG, harakat GE, yurish EJ va tormozlanish JB. Relsli transport vositalari, ya'ni metro, tramvay va shahar atrofi elektrpoyezdlari qisqa masofalarda, peregonlarda shu tarzda harakatlanadi.

Transport samolyoti uchishi va dengiz kemalari suzish davri taxminan shu ko'rinishda bo'ladi. Tezlashib olgach ushbu transport vositalari cheksiz fazoda yoki suv havzalarda o'zgarmas (kreyser) tezlikda harakat qiladi.

Yer usti transport vositalari ya'ni avtomobil va poyezdlar harakat grafigi katta masofalarda yuqoridagidek bo'la olmaydi. Chunki yerning ko'ndalang kesim profili er yuzasi relfiga bog'liq ravishda harakatga katta yoki kichik qarshilik ko'rsatadi.



1.3-rasm. Relsli transport harakatlanish davri grafigi

Relsda yuradigan temir yo'l transporti uchun yana bir cheklash kiritish lozim – bu harakatning minimal tezligidir. Harakatning minimal tezligi ixtiyoriy bo'la olmaydi, chunki kichik tezlik harakatning ma'lum bo'lgan hajmini va temir yo'lning o'tkazuvchanlik xususiyatini cheklab qo'yishi mumkin.

Lokomotivning tarkib bilan uzoq vaqt harakatlanishdagi minimal tezlik odatda lokomotivni loyihalashda hisobga olinadi. Ushbu kattalikni hisobiy tezlik deb ataladi.

Oradagi masofa katta bo'lganligi va yer relfi har xil ekanligini hisobga olib relsli transport harakatlanish grafigi 3-rasmda keltirilgandagidek bo'ladi. Lokomotiv minimal tezlikdan maksimal tezlikkacha yurishi mumkin bo'lgan oraliq shtrixlanib ko'rsatilgan.

Nazorat savollari

1. Transport harakati nima?
2. Transport harakatining o'ziga xosliklariga nimalar kiradi?
3. Transport harakatlanish davrini tasvirlab bering.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

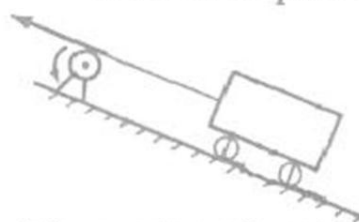
1.3. Turli transport turlarida harakatlantiruvchi kuchning yuzaga kelishi

Ma'lumki, ixtiyoriy qattiq jism ko'chishi uchun unga harakatlanishning taxmin qilinayotgan yo'nalishida tashqi kuch qo'yilishi lozim, chunki bizga ma'lum mexanika qonunlariga ko'ra jismning ichki kuchi uning harakatlanish tezligini o'zgartira olmaydi.

Turli transport turlarida harakatlantiruvchi kuchni yuzaga keltirishning turli usullaridan foydalaniladi. Ularning ko'pchiligida bir-biridan farqlanuvchi ikki usuldan foydalaniladi.

1) Ularning birinchisi tashqi kuchning bevosita qo'yilishidir.

Ushbu usulning eng sodda turi statsionar kuch manbasidan egiluvchan aloqa, ya'ni arqon



1.4-rasm. Arqonli tortish yordamida jismni harakatga keltirish

yordamida jismni harakatga keltirishdir (1.4-rasm).

Arqonli tortish yordamida quyidagi transport vositalari harakati amalga oshiriladi:

Yer yzasidan balandda – sanoat korxonasida vagonetkalari arqon yo'li, tog' sharoitida yo'lovchilarni (masalan, chang'ichilarni) ko'targich; yer yuzasida – eskalatorlar; yer yuzasi va yer ostida vertikal holatda – lift. Arqon yordamida o'zi harakatlanmaydigan paromlarni arqon yordamida joyini almashtiradi.

Ko'rinib turibdiki transportning ushbu turlari chegaralangan masofalarda harakatlana oladi.

Tashqi kuchning bevosita qo'yilishining boshqa shakli – bu shamolning dinamik bosimidan elkan yordamida foydalanish (1.5-rasm).

Shuni aytib o'tish lozimki, bu usul odamlar uchun juda ko'p vaqt harakatlanishda asosiy usul bo'lib xizmat qiladi.



1.5-rasm. Shamolning dinamik bosimidan elkan yordamida harakatni yuzaga keltirishda foydalanish

Yuqorida keltirilganlardan tashqari tashqi kuchning transport vositasini harakatga keltirish uchun foydalanish holatlari quyida keltirilgan:

bosim yordamida gaz yoki suyuqlikni qisib quvurlarda jismni harakatga keltirish (neft va gaz quvur transporti, sochma materiallar uchun gidro transport, pnevmopochta); sun'iy yo'l va transport vositasi orasida elektromagnit ta'siridan foydalanish (liniya motori) va boshqalar.

2) Transport vositasini harakatga keltirish kuchini hosil qilishning boshqa usuli – transport vositasi atrofidagi qattiq yo'l yoki harakatlanuvchi muhitdan foydalanishdir.

Ularning asosiylari quyidagilardir:

Qattiq yuzadan richag yordamida itarilish. Ushbu usuldan yer



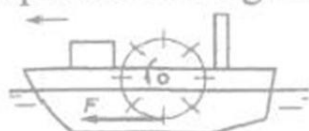
1.6-rasm. Qattiq yuzadan richag va itarilish yordamida harakatni yuzaga keltirish

ustidagi hayvonlar (shu jumladan odamlar) foydalanishadi, bunda tayanch "dastagi" oyoqlardir. Bunda harakat richag "oyoq" va yer orasidagi ishqalanish kuchi yordamida yuzaga keladi. Ushbu usulning samaradorligi ishqalanish kuchi qiymatiga bog'liq bo'ladi. Hammamizga muzda yurish qiyinligi ma'lumdir.

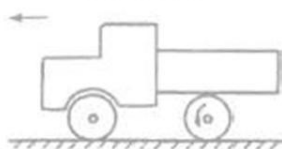
Uning kamchiligi richag soni kamligi (2 yoki 4 taligi) sababli harakatlanuvchi kuch harakati notekisligi va siklik xarakteridir.

1813 yilda angliyada Uilyam Brenton ushbu usuldan paravoz yaratishda foydalangan edi (1.6-rasm). Bunda bug' mashinasi ta'sirida ikki

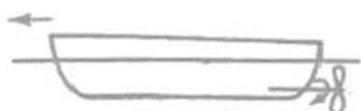
richag relsdan ketma-ket itarib harakatni yuzaga keltiradi. Ushbu usul yuqorida keltirilgan kamchiliklari uchun keng tarqalmadi.



1.7-rasm. Harakatlanuvchi yuzadan richag va itarilish yordamida harakatni yuzaga keltirish



1.8-rasm. Harakatlanuvchi yuzadan g'ildirakning uzluksiz itarilish yordamida harakatlanish



1.9-rasm. Eshkakli vintning suvda uzluksiz hosil qilayotgan harakat



1.10-rasm. Propellerning havoda uzluksiz hosil qilayotgan harakat

Qo'zg'aluvchi muhitdan richaglar yordamida itarilish (1.7-rasm). Suvda baliq va havoda qushlar shu tarzda harakatlanadi. Odam esa qayiqda eshkak yordamida harakatni yuzaga keltiradi. Bunda harakatning siklik notekisligi yaqqol seziladi. Paraxod g'ildiragida parraklar ko'pligi uchun siklik notekislik uzluksiz va bir tekis bo'ladi.

Qattiq yuzadan g'ildirakning uzluksiz itarilishi yordamida harakatlanish (1.8-rasm). Ushbu usuldan hamma zamonaviy yer usti o'ziyurar g'ildirakli transportda foydalaniladi. G'ildirakka velosipedchi muskul kuchi yoki motor validan aylantiruvchi moment qo'yiladi, g'ildirak va yo'l yuzasi orasidagi ishqalanish orqali harakat yuzaga keladi.

Qo'zg'aluvchi muhitda harakatlanuvchi vintning uzluksiz itarilish yordamida harakatlanishi. Eshkakli vintning suvda (1.9-rasm) yoki propellerning havoda (1.10-rasm) uzluksiz hosil qilayotgan harakat kuchini shunday atash mumkin.

Transportda harakat kuchini hosil qilishning uchinchi usulini reaktiv harakat deb ataladi. Umuman olganda yuqorida sanab o'tilgan usullarning hammasini reaktiv harakat deb hisoblash mumkin, chunki harakatni yuzaga keltirishda atrof muhit reaksiyasidan foydalaniladi.

Nazorat savollari

1. Jismga bevosita tashqi kuch qo'yish orqali harakatga keltirishga misol keltiring.
2. Transport vositasi atrofidagi qattiq yo'l yoki harakatlanuvchi muhitdan foydalanishga misol keltiring.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar: [7]

1.4. Elektrli tortishdan tezyurar va yuqori tezlikli temir yo'l harakatida foydalanishning birinchi tajribalari

XIX asrning 90 yillari o'rtalarida ikkita yirik nemis elektrotexnik kompaniyalari "Simens va Galske" hamda Prussiya harbiy idorasiga tegishli AEG lar yuqori tezlikdagi elektrlashgan temir yo'l tadqiqot guruhi nomi bilan konsorsium tashkil qildi. Ushbu guruh Berlin shahari atrofidagi uzunligi 23,3 km Marienfeld-Sossen tajribaviy harbiy temir yo'lni uchta yon tarafda joylashgan kontakt o'tkazgichlari bilan uch fazali tizimda elektrlashtirdi.

1901 yilda konsorsiumning har bir kompaniyasi bittadan tezyurar elektrvagonini tayyorlashdi. 1903 yilning 23 oktyabrda "Simens va Galske" firmasining elektr vagoni 206,8 km/soat tezlikni ko'rsatdi, AEG kompaniyasining elektrovagoni esa 27 oktyabrda 210 km/soatga teng bo'lgan rekord tezlikni ko'rsatdi.

Sossenda relsda yuruvchi ekipaj uchun harakatlanishning dunyo rekord tezligi o'rnatilgan tadqiqotlarida yuqori tezlikdagi harakatni amalga oshirish uchun elektr tortishdan foydalanish mumkinligi isbotlandi.

Biroq 1901-1903 yillarda Marienfeld-Sossen poligonida sinab ko'rilgan, asinxron motorli elektr vagonlar va elektr ta'minotning barcha tizimi mohiyatiga ko'ra tajriba-laboratoriya qurilmasi bo'lib, tijorat maqsadida foydalanish uchun yaroqsiz bo'lgan.

1933-1943 yillarda Fransiyada 48 ta tezyurar elektrovozlar tayyorlangan bo'lib, urushdan so'ng 9100 seriyasini oldi. Lokomotiv ekspressni 140 km/soatgacha tortish imkoniyatiga ega edi.

Urushdan oldin tayyorlangan, eng quvvatli tezyurar yo'lovchi elektrovoz sovet tajriba lokomotivi PB 21-01 (Politbyro nomidagi) edi.

1935 yil 5 yanvarda ushbu elektrovozni 713 t massali, to'rt o'qli 17 ta vagonlardan tashkil topgan poyezd bilan tajriba qilish davomida 98 km/soat, bitta dinamometrik vagon bilan reysga chiqqanda – 127 km/soat tezlikka erishdi.

1940 yilda Amerika Qo'shma shtatlarida Chikago, Nors Sho va Mi-luoka temir yo'l kompaniyalari buyrtmasiga ko'ra "Elektrolayner" tezyurar elektropoyezdi tayyorlandi. Elektropoyezd Chikago markazidagi estakadali shahar temir yo'lida kichik radiusli egrilikdan o'tishini ta'minlovchi oraliq aravachalarga tayanuvchi, kichik uzundikdagi (11,8 m) to'rtta bo'g'inli vagonlardan tashkil topgan. Qirg'oqbo'yi magistral liniyalarida "Elektrolayner" poyezdi 140 km/soat tezlikkacha harakatlana olar edi.

Poyezd 600 V kuchlanishli o'zgarmas tok kontakt tarmog'i yoki Chikago shahar estakada temir yo'li oralig'ida uchinchi kontakt relsidan

ta'minlanuvchi elektrlashtirilgan liniyalarda ishlash uchun mo'ljallangan bo'lib, poyezdga umumiy quvvati 1600 kVt quvvatli 8 ta tortuv elektr motori o'rnatilgan edi.

"Elektrolayner" ning ikki tarkibidan 1963 yilgacha foydalanildi.

30 yillarda Italiyada 3 kV kuchlanishli o'zgarmas tokda elektrlashtirilgan temir yo'l liniyalarida ishlash uchun mo'ljallangan ETR 200 tezyurar elektropoyezdi yaratildi. Poyezdning umumiy massasi 110 t li 3 ta vagondan tashkil topgan va umumiy quvvati 1100 kVt bo'lgan tortuv elektr motorlariga ega edi.

1939 yil 20 iylda ushbu poyezdning Florensiyadan Milanga namoyish reysi amalga oshirildi. 314 km uzunlikdagi barcha marshrutni poyezd 1 soat 55 minutda 164 km/soat tezlikda, qisqa vaqtga 202,8 km/soat tezlikka erishib bosib o'tdi. 1964 yilda Yaponiyada yuqori tezlikka mo'ljallangan magistraldan foydalanish boshlangungacha bu eng yuqori natija edi.

1955 yilda Fransiyada o'zgarmas tokda ishlovchi, umumiy massasi 111 t bo'lgan uch vagondan tashkil topgan tarkibli CC 7100 va BB 9000 seriyali elektrovozlar 300 km tezlik belgisidan oshdi.

Tajribalar maxsus tayyorlangan 66 km uzunlikdagi Parij-Orlean liniyasida amalga oshirildi. Tezyurar reys uchun mo'ljallangan lokomotivlar takomillashtirildi. Tortuv elektr motorlari, reduktorlar, buksa qismlari va g'ildiraklar juftligi lokomotiv chiziqli harakat tezligi 450 km/soatga ekvivalent bo'lgan aylanish tezlikka mo'ljallangan sinov stendida tekshirildi.

1955 yil 29 martda uch vagondan iborat tarkibli BB 9000 seriyali elektrovozlar rekord tezlik – 331 km/soatni o'rnatdi. Bundan sal oldin, 28 martda, CC 7100 seriyali elektrovoz xuddi shu tarkib bilan 326 km/soat tezlikka erishgan edi.

1964 yil 1 okyabrda Yaponiyada temir yo'l transporti tarixida yangi bosqich – maxsuslashtirilgan yuqori tezlikka mo'ljallangan temir yo'l magistrali vujudga keldi. Shu kundan boshlab 515,4 km uzunlikdagi Tokio-Osaka yuqori tezlikka mo'ljallangan magistral temir yo'li doimiy foydalanishga topshirildi. Ushbu kompleks loyiha ommaviy temir yo'l yo'lovchilarini 200 km/soat dan ortiq tezlik bilan tashishni tashkil qilish imkonini berdi.

Relsda yuqori tezlikni amalga oshirish bilan bog'liq barcha keyingi yutuqlar maxsuslashtirilgan yuqori tezlikka mo'ljallangan magistral bilan bog'liq.

1981 yil Fransiyada 20 yildan ortiq amalga oshirilgan loyiha natijasi sifatida poyezdlar harakati uchun Evropada birinchi yuqori tezlikka mo'ljallangan magistral Parij – Lion ochildi. Ushbu magistraldan foydalanish uchun yangi avlod poyezdi TGV²⁰ poyezdi yaratildi.

1981 yil 26 fevralda TGV TSE²¹ elektropoyezdida ushbu magistralda tajriba reysida tezlikning yangi rekordi – 380,4 km/soat o'rnatildi.

1985 yilda Germaniya Federal Respublikasida temir yo'l transportida yuqori tezlikdagi harakatni tashkil qilish bo'yicha ko'p yillik reja bajarilishi natijasida ICE-V²² nomini olgan, besh vagonli tajriba elektropoyezdi tayyorlandi.

1988 yil 1 mayda Fulda-Yurtsburg yuqori tezlikka mo'ljallangan magistrali 285 va 295 kilometrlari orasida ICE-V poyezdi 400 km/soatdan ortiq tezlikka erishdi. Tezlik o'lchagich (skorostomer) tasmasidagi yozuvlarni o'qish shuni ko'rsatdiki, Sinnberch tonnelidan chiqishda poyezd tezligi 406,9 km/soatga teng edi. Ushbu yangi dunyo rekordi g'arbiy germaniyalik yuqori tezlikli harakat tarkibi ishlab chiqaruvchilarini oldinga chiqardi.

1988 yil noyabr oyidan boshlab Fransiyada ikkinchi avlod yuqori tezlikli poyezd – TGV A²³ ni sinashning keng dasturi amalga oshirildi. Yangi qurilgan yuqori tezlik magistrali Atlantikning 280 km uzunlikdagi tajriba uchastkasi 135 va 179 km lar orasida belgilandi. Deyarli to'g'ri trassa 15 km radiusli bir necha egri uchastkaga ega edi.

Tezyurar sinov uchun bir qator qayta ishlovlar va o'zgartirishlar kiritilgan TGV A № 325 seriyali tajriba poyezdi tarkibi tanlab olindi. 1989 yil 3 dekabrda ikki lokomotiv va to'rt vagondan tashkil topgan ushbu poyezd tezlik rekordi – 482,4 km/soatni o'rnatdi.

Bir necha oy davomida tarkibi bir tirkama vagonga kamaytirilgan poyezdni takomillashtirish ishlari amalga oshirildi.

1990 yil 9 mayda poyezd tezligi 500 km/soatdan oshdi va uning eng katta qiymati 510,6 km/soatni tashkil etdi.

1990 yil 18 mayda navbatdagi tajriba reysi amalga oshirildi. Unda navbatdagi tezlik rekordi o'rnatildi va u hozirgi kunda ham saqlanib kelmoqda. 10 soat 6 minutda elektropoyezd tezlik o'lchagichida 515,3 km/soat raqami paydo bo'ldi.

Dunyoda jami bo'lib 5000 km yuqori tezlikka mo'ljallangan temir yo'l magistralidan foydalanilmoqda. Rekonstruksiya qilingan yo'llarni ham hisobga olganda yuqori tezlikli poyezdlardan foydalanish liniyalari poligoni 16 ming km dan oshadi. 1964 yildan boshlab yuqori tezlikli magistralda 6 milliarddan ortiq yo'lovchi tashildi.

Relsdagi tezlikning dunyo rekordlari

Tezlik, km/soat	Harakat tarkibi turi, nomlanishi	Mamlakat	Yig'ish sanasi	Izoh
38,6	Raketa parovozi	Buyuk Britaniya	1829 yil 8 oktyabr	Birinchi marta o'tkazilgan parovozlarni tezligini o'lchash sinovi
201,2	A № 4468 "Mellard" seriyali parovoz	Buyuk Britaniya	1938 yil 3 iyl	Bug'li tortish uchun mutloq rekord
271	TEP80-0002 seriyali bir seksiyali teplovoz	Rossiya	1993 yil 5 oktyabr	Teplovozli tortish uchun mutloq rekord
515,3	Elektropoyezd TGV A №325	Fransiya	1990 yil 18 may	Elektr tortishli rels ekipaji uchun mutloq rekord
230,2	Porshenli motor va havo vintli tajriba aerovagoni	Germaniya	1931 yil 21 iyl	Havo vintli relsda yuruvchi ekipaj uchun mutloq tezlik rekordi
295,8	Turboreaktiv motorli tajriba aerovagoni	AQSh	1966 yil 24 iyl	Turboreaktiv motorli relsda yuruvchi ekipaj uchun mutloq tezlik rekordi
430,4	Havo yostiqli aeropoyezd "Aerotreyn yuqori tezlik"	Fransiya	1974 yil 5 mart	Havo yostiqli poyezdlar uchun mutloq rekord
552	Magnit osmali poyezd MLX01	Yaponiya	1999 yil 14 aprel	Magnit osmali poyezdlar uchun mutloq rekord
9848	Raketa motorli chana ko'rinishidagi pilotsiz ekipaj	AQSh	1982 yil 5 oktyabr	Relsda yuruvchi ekipajlar uchun mutloq rekord

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 18 mart 2009 yildagi №PP-1074 "2009-2013 yillarda temir yo'l sohasini takomillashtirish va rivojlantirish dasturi to'g'risida" gi qarori O'zbekiston temir yo'llarida tezyurar va yuqori tezlikka ega elektr transportini yo'lga qo'yishda ulkan burilish yasadi. Yuqoridagi qaror asosida bir qator loyihalar amalga oshirildi.

Ularning qatoriga ikki yo'lli elektrlashtirilgan Yangier – Jizzax temir yo'l liniyasi va bir yo'lli elektrlashtirilgan Yangier – Farxod temir yo'l liniyasi qurilishi loyihasi ham kirar edi. Ushbu loyiha asosida Toshkent – Samarqand yo'nalishida yuqori tezlikli yo'lovchi poyezdi harakatini yo'lga qo'yishga sabab bo'ldi.

Nazorat savollari

1. Turli davlatlarda yuqori tezlik rekordlari qachon o'rnatilgan?
2. O'zbekistonda yuqori tezlikli yo'lovchi transportini yo'lga qo'yilish sabablari.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar: [4, 9]

5. O'zbekiston elektr harakat tarkiblari va yuqori tezlikli elektr transporti to'g'risida umumiy ma'lumotlar

Magistral elektrovozlar klassifikatsiyasi. Elektrovozlarni qator xususiyatlarga ko'ra klassifikatsiyalash mumkin, ulardan asosiylari quyidagilar:

Kontakt tarmog'idagi tok (kuchlanish) turi bo'yicha: 3kV kuchlanishli *o'zgarmas* tok; 25kV kuchlanishli 50Gts chastotali *bir fazali o'zgaruvchan* tok; *ikkilangan ta'minotli*; barcha lokomotivlar harflar va raqamlardan iborat seriyalar bilan belgilanadi. Har bir lokomotiv o'zining shaxsiy tartib raqamiga ega. MDH da foydalanishda bo'lgan elektrovozlar ko'pchiligi VL (~~V. Lenin~~) deb belgilangan, raqamlar esa elektrovozlarning ma'lum turlariga mos keladi:

- 1 dan 18 gacha – sakkiz o'qli, o'zgarmas tokda ishlovchi;
- 19 dan 39 gacha – olti o'qli, o'zgarmas tokda ishlovchi;
- 40 dan 59 gacha – to'rt o'qli, o'zgaruvchan tokda ishlovchi;
- 60 dan 79 gacha - olti o'qli, o'zgaruvchan tokda ishlovchi;
- 80 dan - sakkiz o'qli, o'zgaruvchan tokda ishlovchi.

Xizmat turi bo'yicha: *yuk* (VL80S, VL60K), *yo'lovchi* (O'z-Y), *universal* (VL60p/k, O'zbekiston), *manyovr ishi uchun* (VL26 - kontakt-akkumulyatorli, olti o'qli, o'zgarmas tokda ishlovchi (Rossiya)).

Kuch uzatmasi turi bo'yicha: *TEM tayanch-o'qli osmali xususiy yuritmali* (Rossiya elektrovozlari), *TEM tayanch-ramali osmali xususiy yuritmali* (Chexiya va Finlyandiyada ishlab chiqarilgan elektrovozlar), *guruhiy yuritmali* (chet ellar);

Tortuv motorlari turiga ko'ra: *kollektorli* (VL80S, VL60K, VL60p/k), *kollektorsiz asinxron* (O'zbekiston, O'z-Y), *kollektorsiz sinxron* (VL80V);

Elektr tormozlash turiga ko'ra: *elektr tormozlashsiz* (VL60p/k, VL60k), *rekuperativ tormozlashga ega*, *reostatli tormozlashga ega* (VL80S). Zamonaviy elektrovozlar albatta elektr tormozlashga ega bo'lishi kerak.

O'q formulasi bo'yicha elektrovozlar o'qlar soni va ularning o'zaro joylashuvi bilan tavsiflanadi. Elektrovozni burilishlarda harakatlanishini engillashtirish uchun g'ildirak juftliklari alohida aravachalarda guruhlanadi (ikki yoki uchtdan). Aravachalar kuzovga nisbatan burilishlari va o'zaro ma'lum burchak ostida joylashishlari mumkin.

Zamonaviy elektrovozlarga talablar: Elektrovoz uni tayyorlash va undan foydalanishga kam xarj qilgan holda ular katta tortish kuchi va tezlikni amalga oshirishlari lozim. Elektrovoz harakat tarkibi gabaritiga

mos kelishi lozim. Yurish qismlari konstruksiyasi mumkin bo'lgan tezlikning barcha ko'lamlarida yo'lining to'g'ri va egri (shu jumladan kichik radiusli) uchastkalarida harakat xavfsizligini ta'minlab berishi lozim.

Elektrovoz qurilmalari atrof muhit harorati $+40$ dan -50 °S gacha (U1 bajarishda) va $+40$ dan -60 °S gacha (UXL1 bajarishda)- bo'lganda normal ishlash qobiliyatini yo'qotmasligi lozim. Qurilmalar sezilarli dinamik ta'sir va kontakt tarmog'i kuchlanishi GOST da ko'rsatilgan oraliqda (19-29kV) o'zgarishida xatosiz ishlashi lozim.

Elektrovoz FIK, quvvat koeffitsiyenti imkon darajasida maksimal bo'lishi va elektr ta'minot tizimi kuchlanishini minimal o'zgartirishi lozim.

Elektrovozlarni boshqaruv tizimi maksimal avtomatlashtirilgan bo'lishi lozim. Bu poyezd xaydashni optimallashtirish va lokomotiv jamoasi ishini engillashishiga olib keladi.

Elektrovozsozlikning hozirgi kundagi ahvoli. O'zgaruvchan tok uchastkalarida yuk harakatlanishida quyidagi seriyadagi elektrovozlardan foydalaniladi:

VL80S - $2(2_0-2_0)$ - 235,4 kN (24 t) - 192 t - 6520 kVt ÷ 6160 kVt;

VL60 - (3_0-3_0) - 225,6 kN (23 t) - 138 t - 4590 kVt ÷ 4070 kVt;

O'zbekiston - $(\text{B}_0-\text{B}_0-\text{B}_0)$ - 225,6 kN (23 t) - 276 t - 10000 kVt ÷ 9400 kVt.

Yo'lovchi harakatlanishida:

VL60p/k - (3_0-3_0) - 225,6 kN (23 t) - 138 t - 4590 kVt - 4070 kVt;

O'z-Y - (C_0-C_0) - 600 kVt;

Uz-E1 - 7200 kVt / C_0-C_0

O'zbekiston temir yo'llarida foydalaniladigan EHT, ularning tavsiflari

Uz E1-R 7200 kVt Elektrovoz VL80C

C_0-C_0



Asosiy texnik parametrlar va xarakteristikalar

Ishlab chiqarishni boshlanishi / tugatish yili	1979/1995
Ishlab chiqaruvchi zavodi.....	NEVZ
O'q formulasi	$2(2_0-2_0)$
Ilashish og'irligi.....	192 tk.
G'ildirak juftligidan relsga yuklama	24 tk.
Soat rejimi quvvati	6520 kVt
Uzoq davomli rejimdagi quvvat	6160 kVt
Soat rejimi tortish kuchi	45100 kgk
Uzoq davomli rejimdagi tortish kuchi	40900 kgk
Soat rejimidagi tezligi	51,6 km/s
Uzoq davomli rejimdagi tezligi	53,6 km/s
Konstruksiya tezligi	100 km/s
Elektr tormozlash turi	reostatli
TEM turi	NB-418K6
TEMLar soni	8 ta
TEMLarni osish turi	tayanch-o'qli
G'ildirak diametri	1250 mm

ER – 9E elektr poyezdi



Elektr poyezdning texnik parametrlari:

Konstruksiya tezligi.....	130 km/s
Soat rejimida qo'zg'atish maydoni sustlanganda motor vagon g'ildiragi gardishida umumiy quvvat.....	702 kVt
Kolleya eni	1524 (1520) mm
Vagonlar g'ildiragi diametri:	

Motor vagon	1050 ⁺¹⁴ mm
Bosh va tirkama vagon.....	910 ⁺¹⁴ mm
Vagon taralari massasi:	
Motor.....	60+1,2 t.
Bosh.....	39+0,78 t.
Tirkama.....	37+0,74 t.
Vagonlarda o'tirish joyi soni:	
Motor.....	107
Bosh	107
Ulama	83

**O'zbekiston temir yo'llarida foydalaniladigan yuqori tezlikdagi elektr
transpoti va ularning tavsiflari
"O'zbekiston" elektrovozi**



Asosiy texnik parametrlari va xarakteristikalar

Lokomotivlar asosan "O'zbekiston temir yo'llari" magistral temir yo'llarida yuk poyezdini tortish uchun mo'ljallangan.

Lokomotivlar quyidagi sharoitda normal ishlaydi:

Atrof muhit harorati.....-30°C ÷ +50°C

Tok turi: bir fazali o'zgaruvchan tok.....50 Gc;

Ishchi kuchlanishi:

Nominal kuchlanish..... 25kV

Maksimal kuchlanish..... 29 kV

Minimal kuchlanish..... 19 kV

Rels oralig'idagi masofa 1520 mm

O'q formulasi..... BO – BO – BO

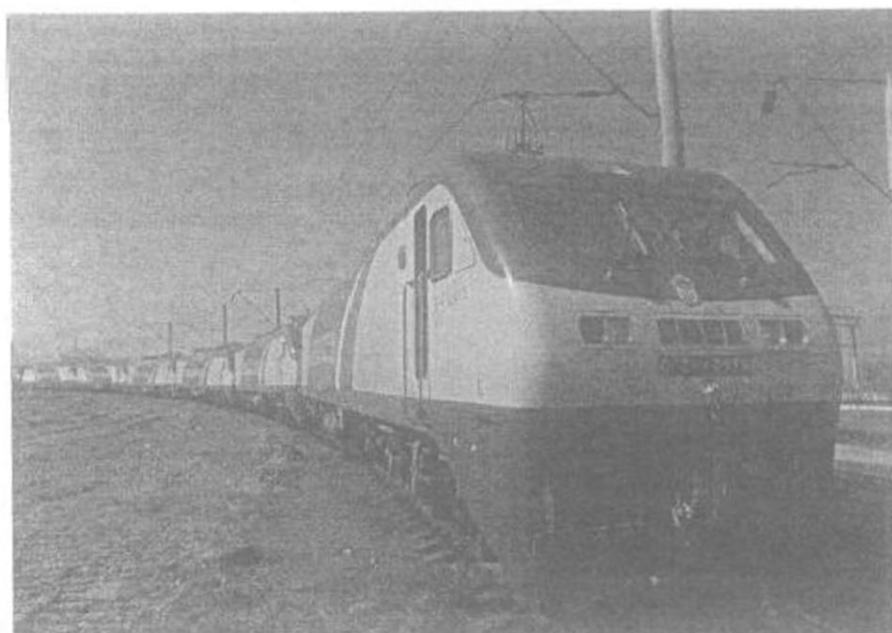
Lokomotiv massasi 138 t

O'qdagi yuklama 23 t

To'liq uzunligi17200 mm

G'ildirak diametri.....	1250 mm
Elektr yuritma usuli - o'zgaruvchan – o'zgarmas- o'zgaruvchan tok	
Uzoq davomli rejimdagi quvvati.....	600 kVt
Lokomotivning tezligi	
Uzoq davomli tezlik.....	53 km/s
Maksimal foydalanish tezligi	120 km/s
Sinashdagi maksimal tezlik	130 km/s
Ishga tushirishdagi tortish kuchi	450 kN
Uzoq davomli tortish kuchi	410 kN
Elektr tormozlash usuli.....	Rekuperativ tormozlash
Elektr tormozlashdagi maksimal kuch	285 kN
G'ildirak gardishidagi tormozlovchi quvvati	5400 kVt

O'z -Y elektrovozi



Asosiy texnik parametrlari va xarakteristikallari

Maqsadi: "O'zbekiston temir to'llari" magistral yo'llarida yo'lovchi poyezdlarini tortish uchun foydalaniladi.

Elektrovozlar quyidagi sharoitda normal ishlaydi:

Atrof muhit harorati.....	-30 C - + 50 C
Ta'minot toki, o'zgaruvchan, bir fazali	50Gc
Ishchi kuchlanish	
Nominal kuchlanish.....	25kV
Kuchlanishning oniy maksimal qiymati.....	31 kV
Kuchlanishning oniy minimal qiymati.....	17,5 kV
Elektr yuritma - o'zgaruvchan -o'zgarmas – o'zgaruvchan	

Uzluksiz quvvat.....	6000 kVt
Boshlang'ich tortish kuchi	420 kN
Uzluksiz tortish kuchi	288 kN
Elektr tormozlash usuli:	rekuperativ
Elektr tormozlashdagi maksimal kuch:.....	220 kN
Relslar orasidagi masofa.....	1520 mm
O'q formulasi	Co-Co
Lokomotiv massasi.....	141 t
O'qdagi yuklama	23,5t.

T250 – AFROSIYOB



Elektopoyezd texnik tavsifi:

Harakatining maksimal tezligi.....	250 km/soat.
Radius 300 m egri uchastkalarda harakat tezligi – tashqi rels 160mm ga oshirilganda.....	92km/soat
G'ildiraklar orasidagi masofa.....	1520 mm
Quvvati	2400 kVt
Elektr ta'minoti.....	25 kV, 50 Gc
O'zgaruvchan tokning maksimal kuchlanishi.....	27,5 kV
O'zgaruvchan tokning minimal kuchlanishi.....	19 kV
Poyezd uzunligi.....	157 m
O'qdagi maksimal yuklama	18 t
Poyezddagi umumiy o'qlar soni.....	18 dona
Foydalanish iqlim sharoitlari.....	-20 ⁰ +50 ⁰ C

Poyezdlar harakatlanish xavfsizligi tizimi.....KLUB-U (Rossiya)
Telekommunikatsiya tizimi GSM-R va Transport RV1.1m radio stansiyasi.
Elektr poyezdining old qismi ko'rinishi- aerodinamik, old va yon tomondan esgan shamol ta'siriga optimallashtirilgan.

Nazorat savollari

1. Tortish kuchi hosil bo'lish sxemasini tushuntirib bering.
2. Magistral elektrovozlar qanday sinflanadi?
3. Zamonaviy harakat tarkibiga qanday talablar qo'yiladi?
4. VL80S elektrovozi asosiy maqsadi va parametrlari qanday?
5. ER9E elektropoyezd asosiy maqsadi va parametrlari qanday?
6. "O'zbekiston" elektrovozi asosiy maqsadi va parametrlari qanday?
7. "O'z-Y" elektrovozi asosiy maqsadi va parametrlari qanday?
8. "Afrosiyob (T250)" elektropoyezd asosiy maqsadi va parametrlari qanday?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar: [5, 11, 15, 16, 18, 19]

II. LOKOMOTIV TORTISH KUCHI

2.1. Tortish kuchi hosil bo'lishi

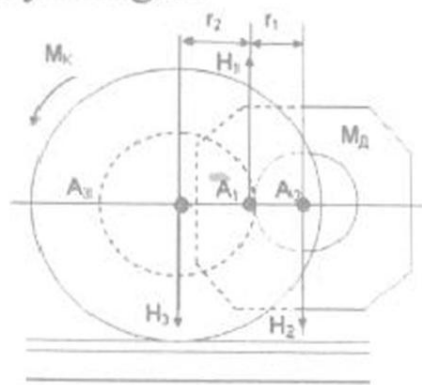
Poyezd harakatlanayotganda unga bir qancha tashqi va ichki kuchlar ta'sir qiladi, lekin uning harakatiga faqatgina tashqi kuchlar ta'sir qiladi. Tashqi kuchlar: tortish F , qarshilik W va tormozlash B kuchlaridan tashkil topadi. Tortish va qarshilik kuchlari poyezdga faqatgina elektrovoz yoki elektropoyezd motorli vagoni kontakt tarmog'i elektr energiyasidan foydalanib harakatlanganda ta'sir qiladi. Agar elektrovoz yoki motor vagonli tarkib harakatlanishda elektr energiyasini iste'mol qilmasa (masalan tez yurish "vibeg" da), poyezdga faqat qarshilik kuchi ta'sir qiladi. Mashinist tormozlash qurilmasini ishga tushirgan holatda poyezd harakatiga tormozlash va qarshilik kuchlari ta'sir qiladi.

Elektrovozda tortish kuchi hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. Ma'lumki, bosh qutblar uyg'otish chulg'amida hosil bo'ladigan magnit oqimi va yakor chulg'amidan oqib o'tuvchi toklar o'zaro ta'sir kuchi natijasida tortuv elektr motori valida aylantiruvchi moment M_D hosil bo'ladi. Bu moment (2.1-rasm) $M_D = H_1 r_1$ (bu yerda H_1 – shesternyaga tishli g'ildirakning A_1 nuqtada ilashishi qo'ygan kuchi; r_1 – tishli g'ildirak radiusi) tortuv motori yakorini soat strelkasi bo'yicha aylanishga olib keladi. Aylantiruvchi moment M_D ni H_1 va tortuv motori vali markaziga

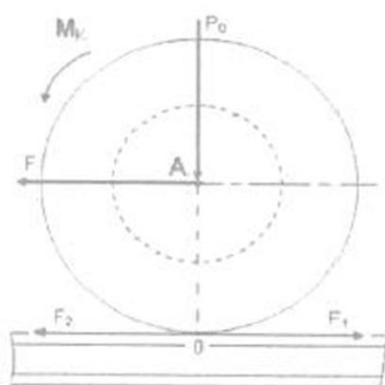
(A_2 nuqtaga) qo'yilgan H_2 kuchlar juftligi sifatida tasavvur qilish mumkin. Tishli g'ildirakka ta'sir qiluvchi H_1 kuch aylanuvchi moment $M_K = H_1 r_2$ (bu yerda r_1 – tishli g'ildirak radiusi) ni hosil qiladi, u g'ildiraklar juftligini soat strelkasiga teskari yo'nalishda aylantiradi. Aylantiruvchi moment M_K ni H_1 va H_2 kuchlar juftligi shaklida tasavvur qilish mumkin. H_2 kuch A_3 nuqtaga qo'yilgan.

Agar lokomotiv g'ildiraklar juftligi relsga suyanmasa, u M_K aylantirish momenti ta'sirida o'z o'qiga nisbatan aylanar va oldinga intilish harakatini yuzaga keltirmas edi.

Lokomotiv g'ildiraklar juftligi relsga bandajlari bilan suyansa (2.2-rasmda 0 nuqta), o'z og'irligi va lokomotiv og'irligining bir qismidan hosil bo'lgan P_0 kuch ta'sirida tayanch nuqtalarida g'ildirakning relsga ulanish kuchi hosil bo'ladi, uning ta'sirida oldinga intiluvchi kuchni yuzaga keltiruvchi gorizonttal kuch hosil bo'ladi. Uning hosil bo'lishini ko'rib chiqamiz. G'ildiraklar juftligiga ta'sir qiluvchi kuchlarni shartli ravishda bitta g'ildirakka keltiramiz. Aylantiruvchi moment M_K ni juft kuchlar ko'rinishida tasavvur qilamiz (F va F_1). F kuch g'ildirak markaziga qo'yilgan (A nuqta) va harakatga ko'ra yo'nalgan, F_1 kuch esa g'ildirakning relsga tegish nuqtasiga qo'yilgan (0 nuqta) va harakatga teskari yo'nalgan.



2.1-rasm. TEM yakori aylanishida kuchlar ta'siri sxemasi



2.2-rasm. G'ildirak gardishida tortish kuchi hosil bo'lish sxemasi

G'ildiraklar juftligi relslarga P_0 kuch bilan tayanganligi sababli F_1 kuch ta'sirida g'ildirakning relsga tegish nuqtasida relsning F_1 kuchga gorizonttal reaksiyasi hisoblangan lokomotivga nisbatan tashqi bo'lgan F_2 ilashish kuchi yuzaga keladi. U qiymatiga ko'ra F_1 kuchga teng va qarama-qarshi tomonga yo'nalgan. Mos ravishda F_1 va F_2 kuchlar muvozanatlangan, F kuch esa buksa orqali lokomotiv ramasiga uzatiladi va ilgariylanma harakatni yuzaga keltiradi.

Shu taxlitda lokomotivning ilgariga harakatlanishi g'ildiraklarning relsga ilashishi natijasida yuzaga keladi. F kuchga teng bo'lgan F_2 kuchni *harakatlanuvchi o'qlar g'ildiragi bandajidagi tortish kuchi* deb ataladi. Har bir o'q g'ildiragi bandajlari yuzaga keltirgan kuchlar yig'indisini *lokomotivning urinma tortish kuchi* F_k deb ataladi.

Bundan tashqari lokomotivning avtoulamasi tortish kuchi F_{Π} mavjud. Umumiy holatda vaqtning har bir onida kuch

$$F_{\Pi} = F_k - W' \pm F_{KE}, \quad (2.1)$$

bu yerda W' – lokomotiv harakatiga qarshilik; F_{KE} – tortish urinma kuchining lokomotiv tezlanishini hosil qilish uchun sarf qilinadigan bir qismi yoki lokomotivni sekinlashishida elektrovoz beradigan kinetik energiyaning bir qismi.

Bir tekis (ravon) harakatlanishda avtoulama tortish kuchi $F_{\Pi} = F_k - W'$, tezlanuvchi harakatlanishda $F_{\Pi} = F_k - W' - F_{KE}$, sekinlashuvchi harakatlanishda esa $F_{\Pi} = F_k - W' + F_{KE}$ bo'ladi.

Avtoulamadagi tortish kuchi F_{Π} lokomotivning ish rejimiga, yo'l profili va lokomotiv harakatlanish tezligiga bog'liq bo'ladi. Balandlik tikligi oshgan sari lokomotiv harakatiga qarshilik kuchi W' oshadi, mos ravishda avtoulamadagi tortish kuchi kamayadi. Lokomotiv harakatlanish tezlanishi F_{KE} oshganda avtoulamadagi tortish kuchi kamayadi.

Lokomotiv harakatiga qarshilikni amalda elektrovoz sovuq holatida harakatlanishida sarf qilinayotgan kuch sifatida tasavvur qilish mumkin.

Nazorat savollari

1. Lokomotiv harakatlanishida qanday tashqi kuchlar ta'sir qiladi?
2. Elektrovozda tortish kuchi hosil bo'lishini tushuntirib bering.
3. Lokomotivning urinma tortish kuchi qanday hosil bo'ladi?
4. Elektrovozning turli ish rejimlarida avtoulamadagi tortish kuchini keltiring.

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

2.2. Ilashishga ko'ra tortish kuchi

Harakatlanishda lokomotivning urinma tortish kuchi F_k hosil bo'ladi va u relslarning harakatlanuvchi g'ildiraklar juftligiga qo'yilgan gorizontall reaksiyasi shaklida namoyon bo'ladi. Relslar gorizontall reaksiyasi "tirgak" hosil qiladi, undan g'ildiraklar tortishning urinma kuchiga teng qiymatli

kuch bilan itariladi. Harakatlanish davrida tortishning urinma kuchi yo'l profili, yurish rejimi va boshqa sharoitlarga bog'liq ravishda o'zgaradi hamda relslar gorizonta reaksiyasi ham shu darajada o'zgaradi. Biroq har bir g'ildiraklar juftligi tortish urinma kuchi F_{KD} g'ildiraklarning rels bilan ilashish kuchi buzilmaydigan ma'lum qiymatgacha o'zgarishi mumkin. Uning eng katta qiymati

$$F_{KDk} = P_{oq}\psi_o, \quad (2.2)$$

bu yerda P_{oq} – relslarga o'qlardan yuklama, tk; ψ_o – relslarning g'ildiraklar juftligi bilan ilashish koeffitsiyenti.

Agar o'qlardan relslarga qo'yilgan tortishning urinma kuchi F_{KD} relsning g'ildiraklar juftligiga ilashish kuchiga teng yoki undan kam bo'lsa, ya'ni $F_{KD} \leq P_{oq}\psi_o$, g'ildiraklar kerakli tirgakka ega bo'ladi va relsda normal yuradi. Tortishning urinma kuchi ilashish kuchidan oshib ketsa, ya'ni $F_{KD} > P_{oq}\psi_o$, g'ildiraklarda kerakli tirgak bo'lmaydi hamda ularning rels bilan ilashishi buziladi va g'ildiraklar juftligi sirpanib aylanadi. Bunda tortish kuchi kamayadi, chunki sirpanishdagi ishqalanish kuchi ilashishdagidan anchagina kam.

Relslarga o'qlardan P_{oq} yuklamada ilashishning eng katta kuchi harakatlanayotgan g'ildiraklar juftligi hosil qilayotgan ilashish koeffitsiyenti ψ_o ga bog'liq bo'ladi. Ilashish koeffitsiyenti

$$\psi_o = F_{KD} / P_{oq}. \quad (2.3)$$

Undan g'ildiraklar juftligi bir joyda aylanib qolmay hosil qiladigan eng katta tortish kuchi bog'liq bo'ladi.

Ilashish koeffitsiyentini statik sharoitda g'ildiraklar juftligi harakatining haqiqiy holati hamda lokomotiv mexanik va elektrli qismlari konstruksiyalarini hisobga olmay aniqlanadi.

Hayotiy holatda lokomotiv harakatlanganda har bir g'ildiraklar juftligi hosil qilayotgan ilashish kuchi bir biridan farq qiladi. Ularning qiymati turli omillarga bog'liq bo'ladi: o'qlardan relsga bo'lgan yuklama qayta taqsimlanishi, g'ildiraklar juftligi bandajlari diametri, TEM tavsiflari va boshqalar. Bir joyda aylanib qolish ilashish kuchi kam bo'lgan g'ildiraklar juftligida birinchi boshlanadi.

Bir joyda aylanib qolishda g'ildiraklar juftligi rels orasidagi ishqalanish kuchi sezilarli kamayadi, natijada relslar gorizonta reaksiyasi, mos ravishda bir joyda aylanib qolgan g'ildiraklar juftligi tortish kuchini keskin kamaytiradi. Lokomotiv harakati boshqa g'ildiraklar juftligi hosil qilgan tortish kuchi va poyezd kinetik energiyasidan foydalanish hisobiga amalga oshiriladi. Bir joyda aylanib qolgan g'ildiraklar juftligi yetarlicha "tirgak"

ka ega bo'lmasdan yuqori chastota bilan aylana boshlaydi hamda bu bandaj va relsning o'ta emirilishiga olib keladi, TEM kollektorida esa aylanma olov yuzaga kelishi mumkin. Bir joyda aylanib qolish uzoq davom etsa ayniqsa tik ko'tarilishda, poyezd to'xtashi mumkin, bu harakatlanish grafigi buzilishiga olib keladi.

Bir joyda aylanib qolishsiz hosil qilinayotgan lokomotiv tortish kuchi F_K , har bir g'ildiraklar juftligi tortish kuchlari F_{KD} yig'indisi sifatida aniqlanishi mumkin.

$$F_K = \sum F_{KD} = P_{OQ1}\psi_{O1} + P_{OQ2}\psi_{O2} + \dots + P_{OQn}\psi_{On},$$

bu yerda indeksdagi 1, 2, ..., n – lokomotiv g'ildiraklar juftligi tartib raqami.

G'ildiraklar juftligi bir joyda aylanib qolishi oldini olish uchun mashinist poyezd haydashda yo'l profiliga bog'liq ravishda lokomotivni boshqarishning asosiy usullariga qat'iy rioya qilishi, g'ildiraklar juftligi bandajlarini toza tutishi, o'z vaqtida va etarli miqdordagi qumni g'ildiraklar juftligi tagiga to'kishi va tortish kuchining ilashish kuchidan oshib ketishiga yo'l qo'ymasligi lozim.

Hosil bo'lgan g'ildiraklar juftligi aylanib qolishini yo'qotish uchun g'ildirak ostidagi relsga qum to'kilishi lozim. Agar shunda ham g'ildiraklar bir joyda aylanib qolishi to'xtamasa lokomotiv tortish kuchini mashinist kontrollerini burish orqali boshqa holatga o'tkazish lozim. Faqat bunda $F_K \leq P\psi$ tenglik (bu yerda P – lokomotiv ilashish kuchi, ψ – ilashishning o'rtacha koeffitsiyenti) saqlanishi lozim.

Elektrovozlarda bir joyda aylanib qolishdan himoya relesi o'rnatilgan bo'lib, biror o'q joyida aylanib qolsa uning tagiga avtomatik tarzda qum beradi, bir vaqtning o'zida mashinist kabinasida g'ildirak bir joyda aylanib qolishidan ogohlantiruvchi chiroq yoqiladi.

Lokomotivning rels bilan ilashish og'irligini cheklovchi lokomotivning urinma tortish kuchi F_{Kk} ni ilashishga ko'ra tortish kuchi yoki ilashish kuchi deb ataladi.

Nazorat savollari

1. Harakat vaqtida tortishning urinma kuchi qanday sharoitlarga ko'ra o'zgaradi?
2. Qanday holatlarda g'ildirak kerakli tayanchga ega bo'ladi? Qanday holatda g'ildirak sirpana boshlaydi?
3. G'ildirak juftligining ilashish kuchi qanday omillarga ko'ra o'zgaradi?
4. G'ildiraklar juftligi bir joyda aylanib qolganda tortish kuchi nima uchun keskin kamayib ketadi?

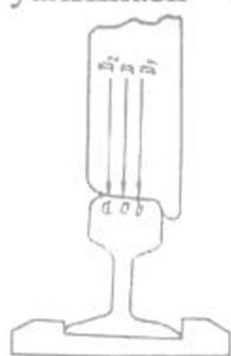
5. G'ildiraklar bir joyda aylanib qolmasligi uchun mashinist poyezdni boshqarish jarayonida qanday operatsiyalarni amalga oshirish lozim?
6. Lokomotiv urinma tortish kuchi qanday ataladi?

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7, 13]

2.3. G'ildirak bandajlarining relslar bilan ilashishiga ta'sir qiluvchi omillar

Bandaj va relslar materiali hamda ularning ishchi yuzasi holati. G'ildirak bandajlari va relslarning ilashishi ular materiali qattiqligi oshishi bilan yaxshilanadi. Bundan tashqari bandaj va relslar toza va quruq bo'lsa ularning ilashish koeffitsiyenti oshadi. Ularda ko'mir changi, qor, moy dog'i va boshqa ifloslovchi moddalar bo'lishi bandaj va relslarda ilashish koeffitsiyentini kamayishiga sabab bo'ladi. Bandaj va relslar toza bo'lgan holatda kuchli yomg'irda ilashish koeffitsiyenti kamaymaydi, faqatgina maydalab yog'ayotgan yomg'ir va kuchli yomg'ir boshlanishida ilashish koeffitsiyenti kamayadi. Qum qo'llash, ayniqsa kvarsli, quruq va har xil aralashmasiz qum qo'llash ilashish koeffitsiyentini sezilarli oshiradi. Shuning uchun mashinist poyezdni haydashda, ayniqsa noqulay ob-havo sharoitida, egri yo'llarda, o'tish joylarida va yo'lning ilashish kamayuvchi uchastkalarida qumni ishga solishi yaxshi samara beradi.

G'ildiraklar sirpanishi. Ma'lumki, g'ildiraklar juftligi yuzasini konus shaklida yo'niladi, bu mahalliy ezilish (prokat) oldini olish va harakatlanuvchi tarkibning yo'lning egri uchastkasida harakatalanishini yaxshilash imkonini beradi. Ammo bandajlarning bunday shakli



3-rasm.

G'ildirakning relsga
tegish yuzasi

g'ildiraklar juftligining notekis harakatlanishiga olib keladi. Aytaylik, bandaj rels bilan *aob* enidagi maydonda ilashadi (3-rasm). G'ildirakning rels bo'ylab sirpanishida bandajning turli nuqtalari turli masofali yo'lni, ya'ni uchastkaning *ao* nuqtasida – kam, *ob* nuqtasida ko'p yo'lni bosib o'tishga intiladi.

G'ildirak o'zining sirpanishida bir xil yo'lni bosib o'tganligi sababli bandajning turli nuqtalari tinimsiz sirpanadi. Bandajning *D* dan kichik diametrli aylanasi-da joylashgan nuqtasi doimiy quvib yuradi, *D* dan katta diametrli aylanasi-da joylashgan nuqtasi esa doimiy "orqada" qoladi.

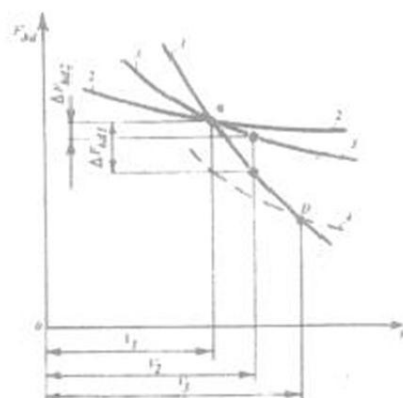
Uzluksiz sirpanish bundan tashqari bir g'ildirak juftligi g'ildiraklar bandaji diametrlari har xil bo'lganda ham kuzatiladi. Aytaylik bir g'ildiraklar juftligida bir g'ildirakning aylana uzunligi 1200 mm,

ikkinchisida – 1197 mm bo'lsin. Bu holatda $n=100$ aylanishda katta diametrli g'ildirak $S = \pi Dn = 3,14 \cdot 1,2 \cdot 100 = 376,8 \text{ m}$, kichik diametrli g'ildirak esa $S = \pi Dn = 3,14 \cdot 1,197 \cdot 100 = 375,8 \text{ m}$. Shu tarzda, g'ildiraklar juftligi bosib o'tgan masofa bir xil, kichik diametrli g'ildirak $n=100$ aylanishda 1 m masofani sirpanib bosib o'tishga majbur.

Temir yo'l izi egri uchastkasidan o'tishda g'ildiraklarda qo'shimcha sirpanish yuzaga keladi. Bunga sabab shuki, tashqi relsda yurayotgan g'ildirak ichki relsda yurgandagidan ko'proq masofani bosib o'tadi. Egrilik radiusi kamayishi va harakat tezligi oshishi sirpanish ko'payishiga olib keladi.

G'ildiraklar juftligi sirpanishi ilashish koeffitsiyenti kamayishiga olib keladi. Ayniqsa bunday kamayish kichik radiusli egri uchastkalarda kuzatiladi.

Tortuv motorlari tavsiflari. Aytaylik xar xil: qattiq 1 va yumshoq 3 (4-rasm) tavsifli tortish motorlari bor bo'lsin. Egri chiziq 2 g'ildiraklar



4 - rasm. Ilashishga ko'ra tortish kuchidan foydalanishning TEM tavsifiga ta'siri

juftligi ilashishga ko'ra tortish kuchi F_{KD} ni tezlik v ga bog'liqligini ko'rsatadi. G'ildiraklar juftligi rels bilan ilashishi buzilishi sababli bir joyda aylanib qolsa uning tezligi v_1 dan v_2 ga oshadi. Bu tortish kuchini qattiq tavsifli tortish motorida F_{KD1} va yumshoq tavsifli tortish motorida F_{KD2} gacha kamayishiga olib keladi. 4-rasmdan ko'rinib turibdiki lokomotiv tezligi bir xil oshganda qattiq tavsifli TEM da yumshoq tavsifli TEM ga nisbatan tortish kuchi ko'proq o'zgaradi ($\Delta F_{KD1} > \Delta F_{KD2}$). Shuning uchun g'ildiraklar juftligi ning TEM bilan ilashishi buzilganda

qattiq tavsifli TEM li g'ildiraklar juftligi relsda yurishi tezroq normallasadi va holatni yaxshilash uchun qo'shimcha chora tadbir ko'rishni talab qilmaydi.

Bir holatni ko'rib chiqamiz. Ilashish koeffitsiyenti kamayishi natijasida g'ildiraklar juftligi bir joyda aylanib qolishishda (boksovaniya) ilashishga ko'ra tortish kuchi bog'liqligi 4 egri chiziq 2 ning pastki qismida joylashadi. Qattiq tavsifli TEM li g'ildiraklar juftligining bir joyda aylanib qolgan holatida ilashishga ko'ra tortish kuchi TEM ning D nuqtasida hosil qilyotgan tortish kuchiga teng bo'lib qoladi (v_3 tezlikda 1 va 4 egri chiziqlar tutashish nuqtasi). Bu holatda bir joyda aylanib qolish qiymati kichik bo'ladi. Keyin esa ilashish sharoiti yaxshilanishiga ko'ra TEM ning

ilashishga ko'ra tortish kuchi ortib boradi. v_1 tezlikda (A nuqta) normal yurish tiklanadi.

Yumshoq tavsif 3 ga ega TEM da hosil bo'lgan bir joyda aylanib qolish uzluksiz rivojlanib boradi. Bu shu bilan tushuntiriladiki, TEM va ilashish kuchi hosil qilayotgan tortish kuchi orasidagi farq bir joyda aylanib qolishda o'sib boradi. Bir joyda aylanib qolishni to'xtatish uchun qum qo'llash yoki tortish kuchini kamaytirish lozim.

Tortuv elektr motorlari ulanishi. Tortuv elektr motorlari ulanish sxemasi ilashishga ko'ra tortish kuchidan foydalanishga ta'sir qiladi. Tortuv elektr motorlarini ketma-ket ulanganda bir joyda aylanib qolish jarayonida ular orasida kuchlanish qayta taqsimlanishi yuz beradi. Natijada bir joyda aylanib qolgan g'ildirak juftligiga ulangan tortuv elektr motori yumshoq tavsifga ega bo'ladi va ushbu g'ildirak juftligida ilashishni tiklash qattiq tavsifli tortuv elektr motoridagi g'ildirak juftligiga nisbatan og'irroq bo'ladi.

Tortuv elektr motorlarini parallel ulanganda alohida g'ildirak juftligi bir joyda aylanib qolishi motor tavsifi o'zgarishiga deyarli ta'sir qilmaydi va ilashish ketma-ket ulangandagidan tezroq yuz beradi.

Shuning uchun tortuv elektr motorlari parallel ulangan o'zgaruvchan tok elektrovozlarida ilashish koeffitsiyenti o'zgarmas tok elektrovozidagiga nisbatan kattaroq bo'ladi.

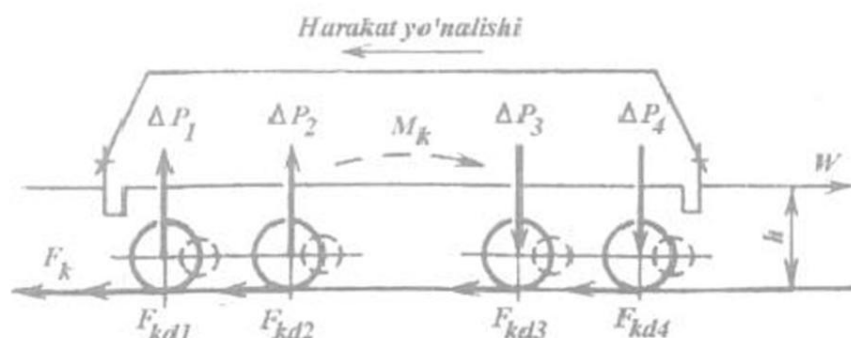
Nazorat savollari

1. G'ildirak va rels ilashish holati yaxshilanishi va yomonlashishi to'g'risida ma'lumotlarni keltiring.
2. G'ildiraklar sirpanishi sabablari va oqibatlari.
3. Elektrovozlar tortuv motorlari tavsiflarining ilashishga tortish kuchiga ta'siri nimalardan iborat?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

2.4. EHT tortish xususiyatini oshirish

Ilashish og'irligidan foydalanishni oshirish. EHT harakatlanish vaqtida g'ildiraklar juftligining relsga yuklamasi qayta taqsimlanishi yuz beradi, chunki tortish va qarshilik kuchlari turli tekislikda ishlaydi. Bu holatda barcha g'ildiraklar juftligi yuklamalari yig'indisiga teng lokomotiv ilashish og'irligi o'zgarmaydi. Ushbu hodisani quyidagi misolda ko'rib chiqamiz.



5-rasm. Tortish rejimida relsga g'ildiraklar juftligi yuklamasi o'zgarishi

Aytaylik, EHT qarshilik kuchi W ga teng bo'lib, tortish kuchi F_k ni hosil qilib bir tekis (o'zgarmas) tezlik bilan harakat qilmoqda. Har bir g'ildiraklar juftligi hosil qilayotgan tortish kuchi yig'indisi $F_{KD} = \sum F'_{KD}$ ga teng tashqi kuch g'ildirak gardishiga qo'yilgan, harakatga qarshilik kuchi W esa rels boshchasidan h balandlikda kuzovga qo'yilgan (5-rasm). Natijada harakat yo'nalishi oldi tarafida kuzovni ko'tarishga, orqa tarafida esa pastga bosishga intiluvchi moment hosil bo'ladi. Shuning uchun aravachaning oldingi o'qidan ΔP_1 va ΔP_2 kuchi olinadi va keyingi aravacha o'qlariga ΔP_3 va ΔP_4 kuch qo'shimcha yuklanadi.

Yuklamaning bunday notekis yuklanishi kam yuklangan oldingi g'ildiraklar juftligida ilashish kuchi $F_{KD} = P_o \psi_o$ kamayishiga olib keladi. Shuning uchun barcha bir tekis yuklanishda ham oldingi g'ildiraklar juftligi bir joyda aylanib qolishga moyil bo'ladi. Natijada ushbu lokomotivning ilashish og'irligi to'liq ishlatilmaydi hamda lokomotivning ilashishga ko'ra tortish kuchi deyarli yo'q bo'ladi, chunki u kam yuklangan o'qga ko'ra aniqlanadi.

Ilashish og'irligidan foydalanishni oshirish uchun ba'zi bir elektrovozlar o'qlar yuki olinishiga qarshi qurilma bilan jihozlangan.

Lokomotivlarni loyihalash va qurishda qurilmalarni shunday joylashtiriladiki, bunda g'ildiraklar juftligining relsga yuklamasi imkon darajasida bir xil bo'lishi lozim. Me'yorlarga ko'ra ba'zi bir g'ildiraklar juftligidagi statik yuklama og'ishi o'rtacha qiymatdan 2% dan oshmasligi lozim.

TEM va g'ildiraklar juftligini tanlab olish. Lokomotiv ilashish og'irligidan foydalanishni yaxshilashga imkon darajasida g'ildiraklar juftligi bandaji diametrlarining n ta tortish motorlari aylanish chastotasi hosilasi $D_1 n_1 = D_2 n_2 = D_3 n_3 = \dots$ tengligini ta'minlovchi g'ildirak-motor-bloki (KMB) ni to'g'ri tanlash katta ta'sir ko'rsatadi. Buning uchun KMB ni yig'ishda bandaj diametri kichik g'ildiraklar juftligiga nisbatan yuqori tezlik tavsifli (motor aylanish chastotasini tortish kuchiga bog'liqligi) TEM va katta diametrli bandajli g'ildiraklar juftligiga esa teskarisi past tezlik tavsifli TEM o'rnatish lozim. Qabul qilingan me'yorlarga ko'ra TEM lar

aylanish chastotasiga ko'ra tavsifi og'ishi 3% oralig'ida bo'lishi lozim. Joriy ta'mirlash JT-3 me'yoriga ko'ra g'ildiraklar juftligi bandajlari diametri eng katta farqi 8 mm dan oshmasligi kerak. Shuning uchun g'ildiraklar juftligi va TEM larni tanlashda ko'p holatlarda ushbu shartni bajarish imkoni bo'lmaydi. Bundan tashqari, g'ildirak-motor bloklarni yig'ishda ularni shunday joylashtirish kerakki, unda bir elektr zanjirida parallel ulanishda ishlayotgan TEM lar tavsif og'ishni o'zaro kompensatsiyalashi va TEM guruhlar orasida yuklama toki teng taqsimlanishi lozim.

Poyezdni haydash rejimi. Lokomotiv tortish xossalaridan foydalanishni oshirishga yo'l profilini hisobga olib poyezd haydash rejimini va ilashish ko'effitsiyentini oshirishga ko'ra mashinist qabul qiladigan chora tadbirlarni to'g'ri tanlash katta ta'sir ko'rsatadi. Balandlikka kelganda, mashinist TEM ni sust qo'zg'ash rejimini o'z vaqtida almashtirib eng katta tezlikka erishishi lozim. Lokomotiv g'ildiraklari rels bilan ilashishini yaxshilash uchun mashinist ko'pincha qumdan foydalanadi. Shuning uchun qumning sifati, qum to'kish qurilmasi to'g'ri ishlashi va undan to'g'ri foydalanish muhim ahamiyatga ega. Qum qutisidagi qum quruq, harorati past bo'lishi va har xil aralashmalarsiz bo'lishi lozim. Har safar poyezd yo'lga chiqishidan oldin qum to'kish qurilmasi ishlashini tekshirib ko'rish va zaruriyat bo'lsa quvurlar tozalanishi lozim. Poyezdni haydashda qumdan tez-tez, ammo kam miqdorda foydalanish lozim, chunki relsdagi ortiqcha qum poyezd harakatiga qarshilik miqdorini oshiradi.

Doimo esda tutish lozimki, tortuv elektr motorlari ulanishi bir usuldan boshqasiga o'tganda yoki qo'zg'atishni sustlash rejimiga o'tilganda katta tok bo'lishiga yo'l qo'ymaslik lozim, chunki bu lokomotiv g'ildiraklari juftligi bir joyda aylanib qolishiga, mos ravishda tortish kuchi va tezlik yo'qotishga olib kelishi mumkin.

Nazorat savollari

1. G'ildiraklar juftliklari notekis yuklanishining EHT ning ilashishga ko'ra tortish kuchiga ta'siri qanday bo'ladi?
2. TEM va g'ildiraklar juftligini to'g'ri tanlab olishning tortish kuchiga qanday aloqasi bor?
3. Lokomotiv tortish xossalaridan foydalanishni oshirishga yo'l profilini hisobga olib poyezd haydash rejimini va ilashish ko'effitsiyentini oshirishga ko'ra mashinist qabul qiladigan chora tadbirlarni to'g'ri tanlashning qanday ta'siri bor?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar: [5, 6, 7, 13]

2.5. Hisobiy ilashish koeffitsiyenti

Yuqorida ko'rdikki ilashish koeffitsiyenti lokomotiv harakatlanishida yuzaga keluvchi ko'plab omillarga bog'liq bo'ladi. Ularning hammasini hisobga olish amalda imkoni yo'q. Shuning uchun tortish hisoblarida harakatlanayotgan lokomotivning rels bilan *ilashish hisobiy koeffitsiyentidan* foydalanish qabul qilingan. Ilashish koeffitsiyenti lokomotiv tortish xossalardan nisbatan samarali va oqilona foydalanishga ta'sir qiluvchi asosiy omildir. Hisobiy ilashish koeffitsiyenti foydalanish jarayonida ishonchli (bir joyda aylanib qolishsiz) amalga oshiriladigan eng katta tortish kuchining lokomotiv ilashish og'irligiga munosabatini aks ettiradi.

Turli xil elektrovozlardan harakat tezligi v ga bog'liq ravishda foydalanish tajribalari natijalarini qayta ishlashdan olingan ma'lumotlardan kelib chiqib ilashish hisobiy koeffitsiyentini aniqlash uchun ***Poyezd ishlari uchun tortish hisoblari qoidalarida*** emperik formulalar keltirilgan. Ushbu formulalar quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

o'zgarmas tok elektrovozlari VL10, VL10^U, VL11 va ikki turli tokda ishlovchi elektrovozlari VL82 va VL82^M uchun

$$\psi_K = 0,28 + \frac{3}{50 + 20v} - 0,0007v, \quad (2.4)$$

o'zgarmas tok elektrovozlari VL8 va VL22^M uchun

$$\psi_K = 0,25 + \frac{3}{100 + 20v}, \quad (2.5)$$

o'zgaruvchan tok elektrovozlari VL80^{K, S, T} va VL60^K uchun

$$\psi_K = 0,28 + \frac{4}{50 + 6v} - 0,0006v, \quad (2.6)$$

o'zgaruvchan tok elektrovozlari VL85, VL65, EP1 va VL80^R uchun

$$\psi_K = 0,3 + \frac{4,3}{50 + 6v} - 0,0006v, \quad (2.7)$$

kichik radiusli egriliklarda ($R=500$ m dan kichik) barcha seriyadagi elektrovozlari uchun

$$\psi_{KEG} = \psi_K \frac{250 + 1,55R}{500 + 1,1R}, \quad (2.8)$$

Hisoblashlarda ilashishga ko'ra tortish kuchi, N

$$F_{KIL} = 1000m_L g \psi_K.$$

Tonnellardan o'tishda ilashish hisobiy koeffitsiyentini ba'zi hollarda tajriba yo'li bilan aniqlangan qiymatgacha pasaytirishga ruxsat etiladi.

Qish mavsumida, majburiy holatlarda (muzgarchilik, bo'ron) hisobiy koeffitsiyentni emperik formulalarda keltirilgan qiymatda tajriba yo'li

bilan aniqlangan qiymatgacha pasaytirishga ruxsat etiladi, bunda emperik formuladan aniqlangan qiymatning 15% igacha pasaytirish mumkin.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

III. TORTUV ELEKTR MOTORLARI ELEKTROMEXANIK TAVSIFLARI VA TORTUV TAVSIFLARINI QURISH

3.1. Tortuvchi elektromotor elektromexanik tavsiflari

Yakor aylanish chastotasi, aylanish momenti va tortuv elektr motorlari ta'minlanayotgan tokdan foydali ish koeffitsiyenti, kontakt tarmog'i zanjiridagi o'zgarmas kuchlanish va chulg'amdagi doimiy harorat bogliqlikni tortuv elektr motorlar validagi elektromexanik tavsiflar deyiladi. Bu tavsiflar turi mashinani qo'zg'atish tizimiga bog'liq. Elektr mashinalar qo'zg'atishi ketma-ket, parallel, aralash va erkin bo'lishi mumkin (1-rasm).

Tavsif turini aniqlash uchun mashina ishini aniqlovchi asosiy kattaliklar o'zaro bog'liqliklarini ko'rib chiqamiz. O'rnatilgan ish rejimida elektr motorga keltirilgan kuchlanish U_M (2-rasm) yakor chulg'amiga keltirilgan elektr yurituvchi kuch (EYuK) E va chulg'amda kuchlanish pasayishi $I_M r$ bilan muvozanatlanadi, $V, U_M = E + I_M r$,

bu yerda I_M - motor toki, A; r - elektr motor chulg'amidagi qarshilik, Om.

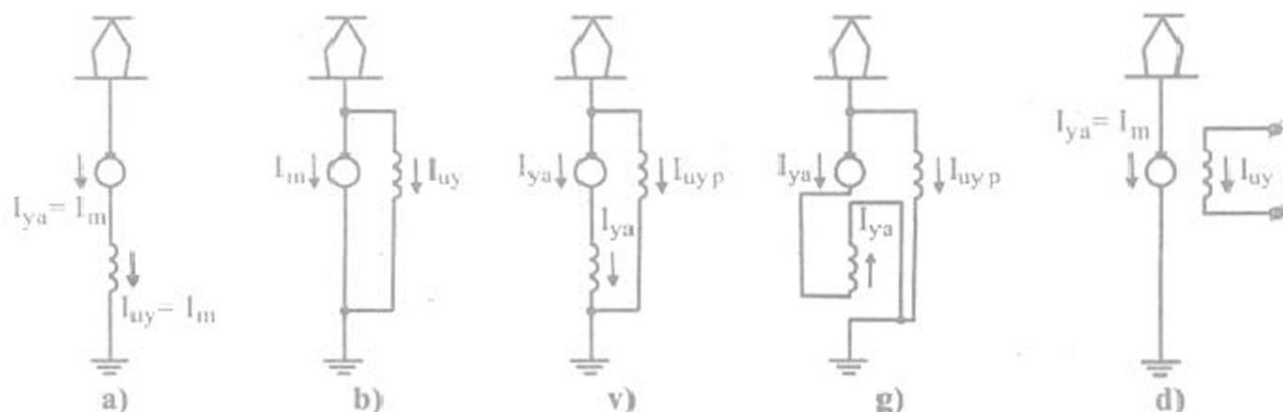
Elektr motor EYuK si (V), yakorning aylanish chastotasi va magnit oqimiga proporsional, hamda, elektr motor konstruktiv o'ziga xosligiga bog'liq

$$E = \frac{pn}{60} \frac{N}{a} F,$$

bu yerda p - qutb juftliklari soni; n - yakor aylanish chastotasi, aylan/daq; N - yakor chulg'amining aktiv o'tkazgichlari soni; F - elektr motor asosiy qutbi magnit oqimi, Vb; a - yakor chulg'ami parallel shohobchalari soni.

Mashinaning o'ziga xos konstruktiv xossalari tegishli $pN/(60a)$ ni konstruktiv doimiy C_1 orqali belgilaymiz. Unda

$$E = C_1 n F \quad (3.1)$$



3.1-rasm. Uyg'otishning turli usullarida elektr motorlar ulanish sxemalari:

- a) ketma-ket; b) parallel; v) ketma-ket va parallel chulgamlar ulanishi aralash bilan muvofiq; g) ketma-ket va parallel chulgamlar qarama-qarshi ulanishi bilan aralash; d) mustaqil

mos ravishda

$$U_m = C_1 n F + I_m r,$$

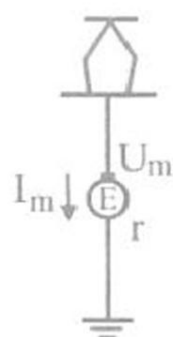
bundan

$$n = \frac{U_m - I_m r}{C_1 F}. \quad (3.2)$$

SI tizimida (3.1) ifoda quyidagi ko'rinishni oladi: $\omega = \frac{U_m - I_m r}{C_1 F}$ (3.2')

bu yerda $\omega = 2\pi n/60$ -burchak tezligi, rad/s.

Mos ravishda konstruktiv doimiysi: $C_1' = pN/(2\pi a)$.



3.2-rasm.
Tortuvchi
elektr
motorni ishga
tushirish
sxemasi

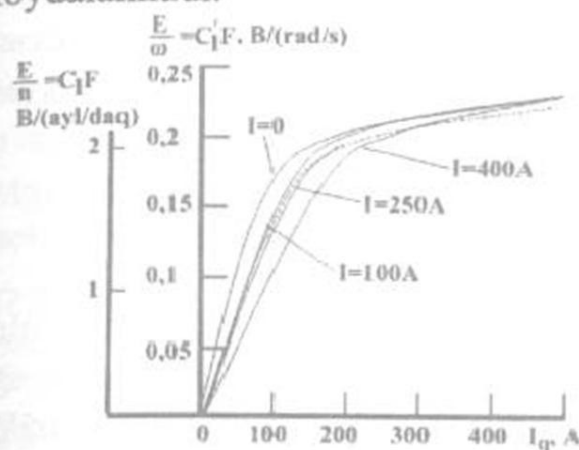
Bu holda motorning EYuK si $E = C_1' \omega F$. (3.2) va (3.2') formulalardan ko'rinib turibdiki, kuchlanish U_m , chulg'amlar qarshiligi r va elektr mashinaning konstruktiv doimiysi o'zgarmas bo'lganda aylanish chastotasi yoki yakorning burchak tezligi magnit oqimi F va elektr mashina toki I_m o'zgarishiga bo'g'liq bo'ladi. O'z navbatida magnit oqimi qo'zg'atish tokiga, yakor tokiga, motor konstruksiyasiga va magnit o'tkazgich materialiga bog'liq bo'ladi.

Agar tortuvchi elektr motori yakor reaksiyasini deyarli to'liq kompensatsiyalovchi kompensatsiya chulg'amiga ega bo'lsa bunda uning magnit oqimi yakor tokiga deyarli bog'liq bo'lmaydi.

Magnit oqimining qo'zg'atish tokiga bog'liqligini *elektr motori magnit tavsifi* deb ataladi. Odatda magnit oqimi o'rniga unga proporsional bo'lgan qo'zg'atish toki $C_1 F$ (yoki $C_1' F$) kattaliklar olinadi.

Kompensatsiya chulg'amiga ega bo'lmagan tortish elektr motorlarida yakor toki yakor reaksiyasi ta'siri natijasida magnit oqimi pasayishini chaqiradi. Shuning uchun qo'zg'atish toki $C_1 F$ (yoki $C_1' F$) egri chiziqlar yakor turli toklariga mos bo'lgan egri chiziqlar oilasi ko'rinishida bo'ladi (3-rasm). Bu egri chiziqlarni *yuklamadagi magnit tavsiflar* yoki *yuklama*

tavsifi deb ataladi. Ular kichik toklar hududida to'g'ri chiziqli, chunki, magnit oqimi qo'zg'atish tokiga proporsional oshadi. Keyinchalik magnit tizimining to'yinishi sababli magnit oqim qo'zg'atish toki kichik darajada o'sishida ham o'zgarib boradi. Yuklama tavsiflaridan $n(I_m)$ yoki $\omega(I_m)$ kabi tavsiflarni hamda aylanish momentining tokga bog'liqligini qurishda foydalaniladi.



3.3-rasm. Tortuvchi elektr motorlarning yuklamadagi tavsiflari

O'zgarmas tok elektr motori valida hamda tortuvchi elektr motorda hosil qilinuvchi aylanish momenti, kgk m,

$$M = 0,974 C_1 F I_m - \Delta M. \quad (3.3)$$

bu yerda ΔM elektr motorda mexanik va magnit yo'qotish hosil qiluvchi moment, kgk m:

$$\Delta M = 0,974 \frac{\Delta P_{mex} + \Delta P_{magn}}{n},$$

bu yerda ΔP_{mex} va ΔP_{magn} — mos

ravishda elektr motorda mexanik va magnit yo'qotish, Vt.

SI tizimida elektr motordagi aylanish momenti va yo'qotishlarni quyidagicha aks ettirish mumkin, Nm:

$$M = C_1 F I_m - \Delta M \quad (3.3')$$

$$\Delta M = \frac{\Delta P_{mex} + \Delta P_{magn}}{\omega}$$

$0,974 C_1 F I_m$ yoki $C_1 F I_m$ kattaliklarni *elektr magnit aylanish momenti*, ya'ni mexanik va magnit yo'qotishlarni hisobga olmagan holda *motor validagi moment* deb ataladi. Bu moment, kg km, yoki, SI tizimida Nm,

$$M_{EL} = 0,974 C_1 F I_m \quad (3.4)$$

yoki

$$M_{EL} = C_1 F I_m \quad (3.4')$$

Shu tarzda yuklama tavsiflardan foydalangan holda, elektr mashinasidagi magnit va mexanik yo'qotishlar qiymatini, aylanish chastotasini (yoki burchak tezligini) bilgan holda, $M(I_m)$ tavsifini qurish mumkin. Barcha dastlabki ma'lumotlarni elektr motorlarni loyihalash jarayonida aniqlash mumkin.

Yasalgan tortuvchi elektr motorlarining $M(I_m)$ tavsiflarini stendda tajribalardan quyidagi fikrlar asosida aniqlanadi.

Tortuvchi elektr motorga keltirilgan quvvat, Vt,

$$P_1 = U_m I_m.$$

Valda hosil bo'lgan foydali quvvat, kgk m/s,

$$P_2 = \omega M.$$

$\omega = 2\pi n / 60$ bo'lganligi sababli, kgk m/s,

$$P_2 = 2\pi n M / 60$$

1 kgk m/s = 9,81 Vt ekanligini hisobga olgan holda, Vt,

$$P_2 = 9,81 \cdot 2\pi n M / 60.$$

Tortuvchi elektr motor foydali ish koeffitsiyenti

$$\eta_m = \frac{P_2}{P_1} = \frac{9,81 \cdot 2\pi n M}{60 U_m I_m},$$

bundan aylanish momenti, kgk m,

$$M = \frac{60}{9,81 \cdot 2\pi} \frac{U_m I_m \eta_m}{n} \quad (3.5)$$

Si tizimida 1 Vt=1 N m/s bo'lgan uchun, aylanish momenti, N m

$$M = U_m I_m \eta_m / \omega \quad (3.5')$$

Tajribalarda kuchlanish U_m , tok I_m va n aylanish chastotasi (yoki ω burchak tezligini) o'lchab hamda FIK ni aniqlab $M(I_d)$ tavsiflari quriladi.

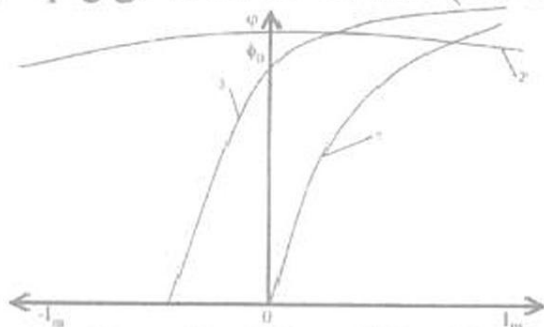
Nazorat savollari

1. Tortuv elektr motorlar validagi elektromexanik tavsiflar deb nimaga aytiladi?
2. Elektr mashinalar qo'zg'atishi qanday bo'lishi mumkin?
3. Tortuv elektr motorlar validagi moment deb nimaga aytiladi?

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

3.2. Qo'zg'atishning turli usullarida elektr motori validagi tavsiflar

Elektr motorni qo'zg'atish usuli yakor tokidan magnit oqimi bog'liqligiga ta'sir ko'rsatadi (3.4-rasm).



3.4-rasm. Ketma-ket (1), parallel yoki erkin (2) va aralash (3) qo'zg'atishli elektr motor tokiga magnit oqimi bog'liqligi

Ketma-ket qo'zg'atishda yakor toki qo'zg'atish tokiga teng bo'ladi (to'la qo'zg'atishda) va magnit oqim esa yakor tokiga (1 egri chiziq) teng bo'lgan qo'zg'atish tokidagi magnit yoki yuklama tavsifi qonunlariga asosan o'zgaradi. Ketma-ket va erkin qo'zg'atishlarga ega

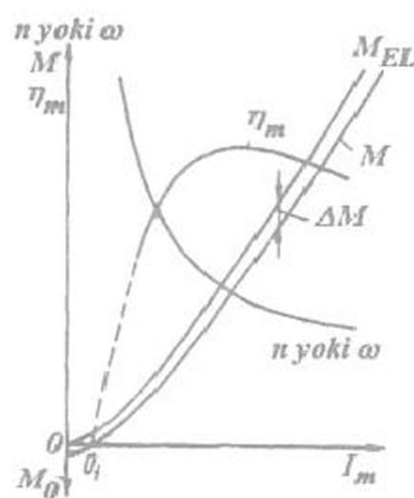
elektr motorlarda qo'zg'atish tokining qiymatiga qarab magnit oqim o'zgarmas qoladi. Yakor tokining o'sishi bilan yakor reaksiyasining (2-egri chiziq) magnit yo'qotish harakati natijasida magnit oqim bir qancha sustlashadi. Aralash qo'zg'atishga ega elektr mashinada magnit oqim parallel va ketma-ket qo'zg'atish chulg'ami tarzida o'tadi. $I_m = 0$ tokda F_0 magnit oqimi (3-egri chiziq) faqat bitta parallel qo'zg'atish chulg'ami tarzida o'tadi. $I_m \neq 0$ tokda esa ketma-ket qo'zg'atish chulg'ami oqimi parallel qo'zg'atish chulg'ami oqimiga asosan harakatlansa yakor tokining o'sishi bilan baravar magnit oqimi ham o'sadi (F_0 nuqtasidan o'nga). Magnit tizimining to'yishi bilan magnit oqimining kattalashish jarayoni ketma-ket qo'zg'atish elektr motorlaridagiga qaraganda sustlashadi.

Parallel va ketma-ket qo'zg'atishdagi chulg'amlarning qarama-qarshi ulanishida magnit oqim yakor tokining o'sishi bilan magnitlashish qonuniga asosan kamayadi (F_0 nuqtasidan chaproqda joylashgan egri chiziq). 3.4-rasmda birinchi chorak motor, ikkinchi chorak generetor rejimiga mos bo'ladi.

Magnit oqimining yakor tokiga bog'liqligi $n(I_m)$ va $M(I_m)$ egri chiziqlari ko'rinishi aniqlanadi.

Ketma-ket qo'zg'atishga ega elektr mashinalarda n aylanish chastotasi va ω burchak tezligi elektr motor toki oshishi bilan avvaliga keskin (4-rasm), keyinchalik (3) va (3') tengliklaridagi magnit tizimining to'yishi va yakor reaksiyasini hisobga olgan holda sekinroq kamayadi.

Tokning o'zgarishidagi tezlikning keskin o'zgarish tavsifini yumshoq, unchalik katta bo'lmagan o'zgarishlarda esa qattiq tavsiflar deb atashadi. Demak, ketma-ket qo'zg'atishdagi motor kichik yuk zonasida yumshoq tavsifni katta yuk zonalarida esa qattiq tavsiflarga ega.



3.5-rasm. Ketma-ket qo'zg'atishdagi elektr motorlarning elektr mexanik tavsiflari

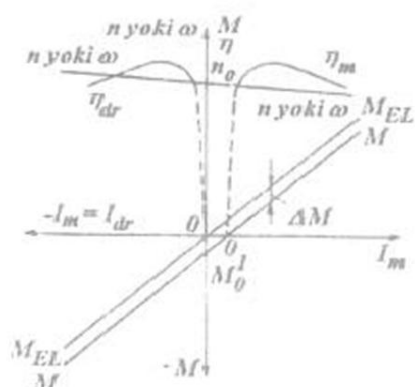
Kichik toklar zonasida elektr magnit aylanish momenti (5) va (5') formulalarga asosan motor toki o'zgarishi bilan I_m toki kvadratiga proporsional o'zgaradi, chunki magnit oqim motor tokiga deyarli proporsional ravishda oshadi. Katta toklar zonasida magnit tizimining to'yinishi yuzaga keladi va tokning o'sishi aylanish momentining deyarli proporsional o'sishini keltirib chiqaradi. $M(I_m)$ egri chizig'i to'g'ri chiziqqa yaqinlashadi. Bu egri chiziq 3.5-rasmda ko'rinib turganidek elektr motordagi mexanik va magnit yo'qotish

natijasida paydo bo'ladigan ΔM moment qarama-qarshi ta'siri sababli $M_{EL}(I_m)$ egri chizig'idan pastroqda joylashgan. U absissa o'qini 0_1 nuqtasida, ordinata o'qini esa M_0 nuqtasida kesib o'tadi. 00_1 kesmasi elektr motor salt yurishiga, $0M_0$ kesma esa $I_m = 0$ tokda asosan mexanik yo'qotish natijasida paydo bo'luvchi qarama-qarshi ta'sir momenti qiymatiga mos keladi.

Parallel yoki mustaqil qo'zg'atishlardagi $n(I_m)$ yoki $\omega(I_m)$ egri chizig'i (5-rasm) magnit oqimining juda kam o'zgarishi natijasida qattiq bo'ladi. (3) yoki (3') formula orqali aniqlanuvchi aylanish chastotasi o'zgarishi chulg'amlardagi tokning o'sishi natijasida kuchlanish tushishi oshishi sababli yuzaga keladi.

Magnit oqimi deyarli o'zgarmas bo'lganligi sababli (yakor reaksiyasi ta'sirida kichik qiymatli o'zgaradi) $M_{EL}(I_m)$ egri chizig'i koordinata boshidan o'tuvchi, to'g'ri chiziqqa yaqin bo'lgan ko'rinishga ega bo'ladi. $M(I_m)$ egri chizig'i mexanik va magnit yo'qotish natijasida paydo bo'luvchi qarama-qarshi ta'sir momenti ΔM natijasida $M_{EL}(I_m)$ egri chizig'idan pastroqdan o'tadi.

Deyarli o'zgarmas magnit oqimida yakor aylanish chastotasi o'sib borishi bilan uning chulg'amidagi EYuK o'sib boradi. n_0 aylanish chastotasida EYuK keltirilgan kuchlanish bilan tenglashadi, elektr mashinasi toki esa nolga teng bo'ladi. Aylanish chastotasi yanada o'sishi keltirilgan kuchlanishdan oshuvchi EYuK paydo bo'lishiga olib keladi va tok yo'nalishini o'zgartiradi. Bu generator rejimidir. (3) yoki (3') formulaga asosan tokning teskari yo'nalishida tok o'sishida surat osib boradi.

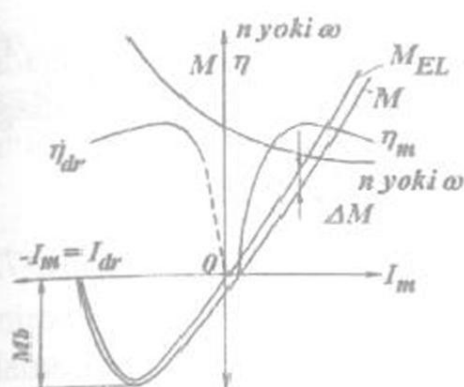


3.6-rasm. Parallel yoki mustaqil qo'zg'atishlardagi elektro mexanik tavsiflar

Bunda aylanish momenti generator rejimida ishlovchi, elektr motor tormoz momentiga mos keluvchi manfiy qiymatga ega bo'ladi. Bunda mexanik va magnit yo'qotish natijasida paydo bo'luvchi moment va elektromagnit tormoz moment ikkalasi ham yakor aylanish yo'nalishiga qarama-qarshi harakatlanganligi sababli qo'shiladi.

3.6-rasmdagi 0_1 nuqta elektr motorning salt yurishiga, M_0 nuqta esa motor toki nolga teng bo'lganda mexanik va magnit yo'qotish orqali yuzaga kelgan qarama-qarshi harakat momentiga

mos keladi.



3.7-rasm. Elektr motorning erkin qo'zg'atishidagi elektro mexanik tavsiflari

generator rejimiga o'tadi. Bunda ketma-ket qo'zg'atish chulg'ami parallel qo'zg'atish chulg'ami bilan kesishuv tarzida harakatlanadi va generator rejimi toki o'sishi bilan magnit oqim kamayadi.

Generator rejimidagi $M(I_{dr})$ aylanish soniyasi (4) va (4') formulalariga asosan avvaliga tokning o'sishi bilan M_b gacha o'sadi, so'ngra mashinaning magnit oqimi intensiv pasayish bilan kamayadi.

Nazorat savollari

1. Elektr motorni qo'zg'atish usuli yakor tokidan magnit oqimi bog'liqligiga qanday ta'sir ko'rsatadi?
2. Parallel yoki mustaqil qo'zg'atishlardagi $n(I_m)$ yoki $\omega(I_m)$ egri chizig'i nima natijasida qattiq bo'ladi?

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

3.3. Tortuv elektr motorida energiya yo'qotish va uning foydali ish ko'effitsiyenti

Energiya yo'qotish. Tortuv elektr motorlarida elektr energiyasini mexanik energiyaga o'zgarish jarayonida ularga keltirilgan energiyaning bir qismi yo'qoladi. Elektromotoridagi quvvat yo'qotilishi ΔP_i mis chulg'amidagi ΔP_m , mexanik ΔP_{mex} , salt yurishda magnit ΔP_{magn} , shyotkalar kontakt joyidagi o'tish ΔP_{ch} va yuklamadagi qo'shimcha yo'qotish $\Delta P_{qo'sh}$ larning yi'g'indilariga teng.

Mis chulg'amidagi ΔP_m yo'qotish tokning o'tkazgichlardan o'tayotganidagi issiqlik ta'siri natijasida paydo bo'ladi. Odatda bu yo'qotishlarni yakor chulg'amidagi, asosiy va qo'shimcha qutblar,

kompensatsion chulg'amlarga yo'qotishlar yig'indisi sifatida hisoblashadi. Elektrotexnikadan ma'lumki, tokning o'tkazgichlardan o'tayotganidagi o'tkazgich qizishi, V_t

$$\Delta P_{ed} = \sum I^2 r.$$

Shyotkalar kontakt joyidagi o'tish ΔP_{ch} yo'qotishlarini GOST 2582-72 ga ko'ra ularni shuntlarsiz qo'llanilsa musbat va manfiy qutbli shyotkalar uchun 3 V ga teng, agar shuntli shyotkalar qo'llanilsa 2V kuchlanish pasayishi hisobidan aniqlanadi.

Elektr yo'qotishlar hisobiga (3) yoki (3') formuladagi $U_m - I_m r$ kattaligi, mos ravishda, yakor aylanish chastotasi ham pasayadi. Aylanish momentiga elektr yo'qotishlar ta'sir ko'rsatmaydi.

Mexanik yo'qotish ΔP_{mex} larni yakor valining podshipnikka, cho'tkalarining kollektorga ishqalanishidan yo'qotishga hamda yakorning havoga va ventilyator aylanishiga yo'qotishidan tashkil topadi.

Salt yurishda magnit ΔP_{magn} yakorning tishlari hamda o'zagidagi gisterezisdan va uyurma toklarga yo'qotishlar yig'indisidan tashkil topadi. Ular magnit induksiyasi hamda yakorning aylanish chastotalarining o'sishi bilan oshib boradi. Magnit yo'qotishlarning chastota yoki tokka bo'lgan murakkab bog'liqligi sababli ularni odatda elektr motorlarni standli tajribalari natijasida aniqlashadi.

Yuklamadagi qo'shimcha yo'qotish $\Delta P_{qo'sh}$ motorni yuklashda asosiy magnit yo'qotishlar yig'indisiga teng. U o'z ichiga quyidagi yo'qotishlarni oladi: yakorning o'zagida asosiy magnit oqimining buzilishi natijasidagi yo'qotishlar; qutb uchlari va boshqa detallardagi uyurmali toklar natijasida; shina va cho'tkalar yo'nalishi bo'yicha tokning bir maromda taqsimlanmagani sababli va tenglashuvchi bog'lamlarda toklarning paydo bo'lishi natijasidagi yo'qotishlar. Qo'shimcha yo'qotishlar motorning yuklamasi oshishi bilan o'sadi.

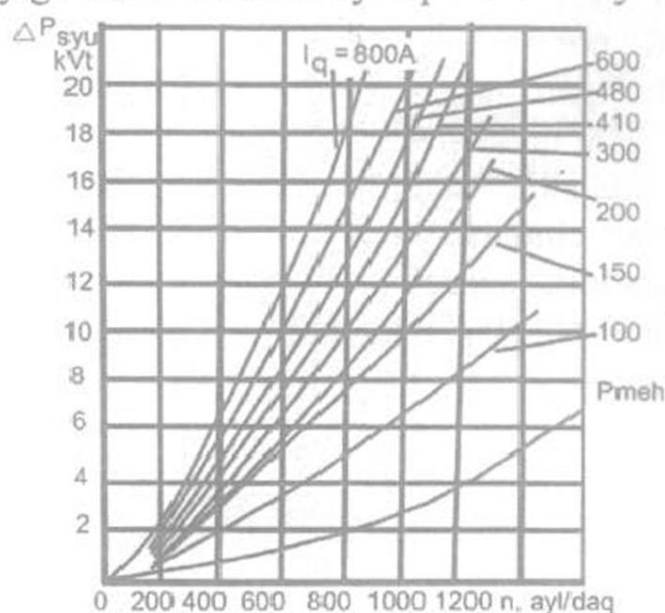
Qo'shimcha yo'qotishlarni hisoblash murakkabligi sababli ularni GOST 2582-72 dagi 1-jadval asosida aniqlashadi.

1-jadval

Yuklama toki, nominaldan foiz	20	60	80	100	130	160	200
Salt yurishda magnit yo'qotishdan foiz							
ko'rinishidagi qo'shimcha yo'qotish	22	23	26	30	38	48	65

Mexanik, magnit va qo'shimcha yo'qotishlarning yig'indisini salt yurish ΔP_{yu} yo'qotishi deb ataladi va motorning aylanish chastotasiga bog'liqligi ko'rinishida aniqlanadi (3.8-rasm). Pastki egri chiziqli mexanik

yo'qotishga mos bo'lsa keyingilari turli tok qo'zg'atish I_q dagi magnit va mexanik yo'qotishlarning yig'indisiga to'g'ri keladi. Magnit yo'qotishlarni aniqlash uchun bu yig'indidan mexanik yo'qotishlarni ayirib tashlash kerak.



3.8-rasm. Tortuv elektr motori salt yurishida yo'qotishlar

Foydali ish koeffitsiyenti. Uni tortuv elektr motoriga keltirilgan quvvat P_1 ning berayotgan quvvati P_2 ga munasabati sifatida aniqlanadi:

$$\eta_m = P_2 / P_1 \quad (3.6)$$

Agar ΔP_1 yo'qotishlar ma'lum bo'lsa, unda keltirilgan quvvat P_1 uzatlayotgan quvvat P_2 ga ΔP_1 yo'qotishlarni ayirgan holda teng bo'ladi, ya'ni:

$$P_2 = P_1 - \Delta P_1.$$

Demak,

$$\eta_m = \frac{P_2}{P_1} = \frac{P_1 - \Delta P_1}{P_1}.$$

O'zgarmas tok elektr motor uchun (3.6) formulada keltirilgan quvvatni tok va kuchlanish orqali ifodalasak:

$$\eta_m = \frac{P_2}{U_m \cdot I_m}, \quad (3.7)$$

yoki

$$\eta_m = \frac{U_m \cdot I_m - \Delta P_1}{U_m \cdot I_m} \quad (3.8)$$

Shu tarzda elektro motor FIK ni aniqlash uchun keltirilayotgan quvvat va undagi yo'qotishni bilish lozim. Yigindi yo'qotishlarni elektr motorni stenddagi tajribasida yoki hisoblash yo'li bilan aniqlanadi. Turli elektr motorlar uchun xos bo'lan FIK egri chiziqlari 3.4, 3.5, va 3.6-rasmlarda ko'rsatilgan. Aylanish momenti M nolga teng bo'lgan ish rejimida (salt

yurish) FIK ham nolga teng bo'ladi. Bu holda barcha keltirilgan quvvat motordagi yo'qotishlarga, asosan mexanik yo'qotishlar uchun sarf qilinadi. Yuklanish o'sishi bilan mexanik yo'qotishlarning qiyosiy qiymati kichrayadi va FIK nominal yuklash zonasida uncha katta bo'lmagan ahamiyatga ega bo'lgan holda keskin ko'tariladi. Keyinchalik elektr yo'qotishlarning o'sishi bilan elektro motorning FIK yana kamayadi.

Generator rejimida ishlayotgan tortuv elektr motori uchun berilayotgan elektr energiya ishlab chiqarilayotgan energiya bo'lsa keltirilayotgani esa yakor validagi mexanik energiya bo'ladi. Generator rejimi uchun P_2 berilayotgan kuchni U_m kuchlanishni I_m tokiga ko'paytmasi sifatda topiladi. Demak, generator rejimidagi elektr mashinasining FIK i

$$\eta_m = \frac{P_2}{P_2 + -\Delta P_1} = \frac{U_m \cdot I_m}{U_m \cdot I_m + -\Delta P_1} \quad (3.9)$$

Generetor rejimidagi FIK ning tavsiflari ko'rinishi huddi motornikidek bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Tortuv elektr motorlarida energiya yo'qotishning sababi nima?
2. Tortuv elektr motorlari foydali ish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?
3. Tortuv elektr motorlari generetor rejimida ishlaganda foydali ish koeffitsiyenti qanday aniqlanadi?

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

3.4. G'ildirak gardishiga keltirilgan tortuv elektr motori elektromexanik tavsiflari

Lokomotivning tortish kuchi va poyezd harakati tezligini baholash uchun elektr motor validagi elektromexanik tavsifni g'ildirak gardishiga qayta hisoblash darkor bo'ladi. Lokomotiv harakat tezligi V ni g'ildirak gardishida har bir motor rivojlantirayotgan tortish kuchi F_{kd} va elektr motor toki I_m dan FIK η ning bog'liqligini ko'rsatuvchi tavsiflarni *g'ildirak gardishiga keltirilgan elektromexanik tavsiflar* deb nomlanadi. Bu tavsiflarni tortuv elektr motorlar chulg'amlarining nominal yuklamasida va o'zgarmas haroratida ko'rsatiladi. Izolyatsiya sinfiga qarab bu haroratni quyidagicha qabul qilinadi: B sinfidagi izolyatsiyada 115°C , F va H sinfidagi izolyatsiyalarda 130°C .

$V(I_m)$ bog'liqlikni *tezlik*, $F_{kd}(I_m)$ bog'liqlikni esa elektr tortish tavsif deb yuritiladi. Bu tavsiflarni tortuv elektr motor validagi elektromexanik tavsif-

larni qayta hisoblash orqali aniqlash mumkin. Lokomotivning harakatlanuvchi g'ildirak juftligi tortuv elektr motor yakori vali bilan tishli uzatma (reduktor) orqali bog'langan. Tortuv elektr motor vali bilan bog'langan shesternya g'ildirak juftligiga o'rnatilgan tishli g'ildirakdan ko'ra kamroq miqdorda tishlarga ega. Tishli g'ildirak tishlari sonining tishli shesteriya tishlariga munosabatini *tishli uzatma uzatish munosabati* μ deb nomlanadi.

Harakatlanuvchi g'ildirak gardishidagi chiziqli tezlik V , mos ravishda lokomotiv harakat tezligi, m/s

$$V = \pi D n_k / 60.$$

Bu yerda D harakatlanuvchi g'ildirak diametri, m; n_k - g'ildirak aylanish chastotasi ayl/daq:

$$n_k = \frac{n}{\mu},$$

bu yerda n - tortuv elektr motori yakori valining aylanish chastotasi, ayl/daq.

Tezlikni m/s da emas balki biroz qulayroq kattaliklarda ya'ni km/soat da olish uchun, formulaga $\frac{1}{1000} : \frac{1}{3600} = 3,6$ ga teng bo'lgan koeffitsiyentni kiritish kerak bo'ladi. Unda, km/soat:

$$V = \frac{3,6\pi D n}{60\mu},$$

yoki

$$V = 0,188\pi D n / \mu. \quad (3.11)$$

Tortuv elektr motorlarning bir hil yakor aylanishi chastotasida g'ildirakning kattaroq diametrda va reduktorning kichik uzatish munosabatida lokomotiv harakat tezligi kattaroq bo'ladi.

Elektr motor tezlik tavsifi tenglamasini (3.11) formulaga (3.4) formuladagi aylanish chastotasi qiymatini qo'yish orqali olishimiz mumkin:

$$V = 0,188 \frac{D}{\mu} \frac{U_m - I_m r}{C_1 F}$$

Agar lokomotivning ushbu turi uchun doimiylarni quyidagicha belgilasak

$$C = \frac{C_1 \mu}{0,188 D},$$

tezlik tavsifi tenglamasini olamiz, km/soat,

$$V = \frac{U_m - I_m r}{CF} \quad (3.12)$$

(3.12) tenglamaning o'ng qismidagi EYuK bo'lgani uchun, B,

$$E = CFV \quad (3.13)$$

ya'ni tortuv elektr motor EYuK harakat tezligi va magnit oqimiga proporsional. Mos ravishda

$$U_m = CFV + I_m r. \quad (3.14)$$

Tortuv elektr motorga keltirilgan kuchlanish uning yakori chulg'amidagi keltirilgan EYuK va chulg'amdagi kuchlanish pasayishi bilan muvozanatlanadi.

O'zgaruvchan tokli elektrovozlar tortuv elektr motorlar transformator va to'grilagich orqali ta'minlanadi. Kontakt tarmog'i kuchlanish qiymati o'zgarmas bo'lganda to'g'rilagich kuchlanish yuklama kattalashishi bilan kamayadi, mos ravishda tezlik tavsifi ham o'zgaradi. Odatda tezlik tavsifi tortuv elektr motoriga keltirilgan o'zgarmas kuchlanishiga emas, balki kontakt tarmog'i kuchlanish qiymati o'zgarmas bo'lganda keltiriladi.

Harakatlanayotgan g'ildirak gardishiga keltirilgan tortuv elektr motor foydali ishi koeffitsiyentiga qaraganda uzatishdagi yo'qotishlar sababli motor validagi FIK dan kichikroq bo'ladi.

Tortuv elektr motor va uzatmadagi yo'qotishlar

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_{mex} + \Delta P_{ch} + \Delta P_{magn} + \Delta P_{qo'sh} + \Delta P_u,$$

bu yerda ΔP_u - reduktor va motor-o'q podshipniklardagi yo'qotishlar, Vt.

(3.9) va (3.10) formulalarga mos ravishda g'ildirak gardihiga keltirilgan tortuv elektr mashinalar FIK: tortish rejimida

$$\eta = \frac{U_m \cdot I_m - \Delta P}{U_m \cdot I_m}; \quad (3.15)$$

generetor rejimida

$$\eta = \frac{U_m \cdot I_m}{U_m \cdot I_m + \Delta P}.$$

Uzatayotgandagi quvvat yo'qotish g'ildirak gardishiga rivojlanayotgan tezlik va tortish kuchlariga bo'g'liq bo'ladi. GOST 2582-72 ga asosan bir pog'onali silindr tishli uzatish va motor-o'qli podshipniklardagi yo'qotishlar 2-jadvalga asosan qabul qilinadi.

Tishli uzatishdagi va motor-o'q podshipniklaridagi bu yo'qotishlar keltirilgan quvvatdan foizda

$$\Delta p_u = \frac{\Delta P_u}{U_m I_m} 100. \quad (3.16)$$

Nazorat savollari

1. G'idirak gardishiga keltirilgan elektromexanik tavsiflar deb nimaga aytiladi?

2. Tishli uzatma uzatish munosabati deb nimaga aytiladi?
3. Harakatlanayotgan g'ildirak gardishiga keltirilgan tortuv elektr motor foydali ishi koeffitsiyenti nima?

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

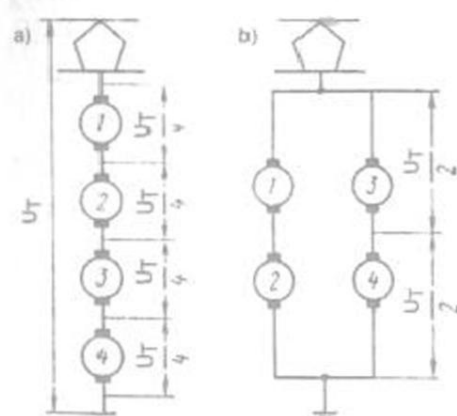
IV. TEZLIKNI ROSTLASHDA O'ZGARMAS TOKLI ELEKTR HARAKAT TARKIBI TAVSIFLARI

4.1. Elektrli xarakatlanuvchi tarkib tezligini rostdash usullari

Elektrovozlar va motorli vagonlar ishlaganda poyezdlarni turli tezlik va tezlanish bilan harakatlanishini ta'minlab berish kerak. Tezlik formulasi $v = \frac{U_m - I_m r}{CF}$ dan ko'rinib turibdiki harakat tezligini TEM keltirilgan kuchlanishni, zanjirdagi kuchlanishni yoki magnit oqimi o'zgarishi orqali harakat tezligini rostdash mumkin.

O'zgarmas tokli EXTda har bir TEM kuchlanishini turli sondagi TEMlarni ketma ket ulash orqali rostdanadi.

Elektrovozlar hamda E1 va E2 elektropoyezdlar TEM lari qisqichi 1500 V ga, ularning izolyatsiyasi 3000 V ga mo'ljallangan. Shuning uchun tortuv kuch zanjiriga eng kamida 2 ta TEM ni ketma-ket ulash kerak. Bu holatda har bir TEM qisqichda 1500 V dan kuchlanish bo'ladi. Agar ketma-ket ko'p sonli TEM ulansa ulardagi kuchlanish mos ravishda kam bo'ladi.

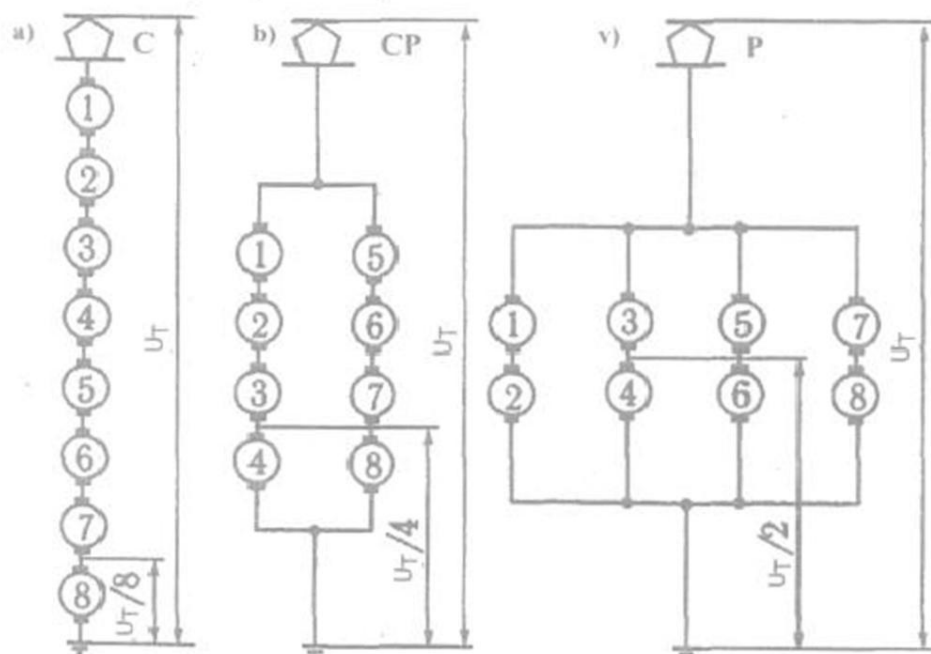


4.1-rasm To'rt o'qli harakatlanuvchi tarkibda tortuv elektr motorlari ulanish sxemasi

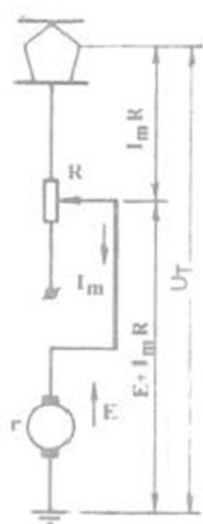
To'rt o'qli elektrovozlar va E1 va E2 elektropoyezdlarida TEM larni ulashning 2 xil sxemasidan foydalaniladi: TEM ulanishi ketma-ket $U_m=750V$ (4.1, a-rasm) va parallel $U_m=1500V$ (4.1, b-rasm). ED4, ED2T, ER2R, ER2T va ER22 elektropoyezdlarida TEM lar 750V kuchlanishga mo'ljallangan, shuning uchun ularni faqat ketma-ket ulash qo'llaniladi.

Olti o'qli elektrovozlar VL23, VL22m, CHS2 va CHS2T da TEM ulanishning uch xil sxemasidan foydalaniladi: ketma-ket $U_m=500V$, ketma-ket-parallel, bunda uchtdan TEM ketma-ket ikki parallel zanjirda $U_m=1000V$, parallel ikkitadan TEM ketma-ket uch parallel zanjirda $U_m=1500V$.

Sakkiz o'qli VL10, VL11^M, VL8, CHS7 elektrovozlarida ham TEM ulanishining uch sxemasidan foydalaniladi: ketma-ket $U_m=375V$ (4.2,a-rasm), ketma-ket-parallel to'rttadan TEM ketma-ket ikki parallel zanjirda $U_D=750V$ (4.2,b-rasm), parallel ikkitadan TEM ketma-ket to'rt parallel zanjirda $U_m=1500V$ (4.2,v-rasm).



4.2-rasm. Sakkiz o'qli elektrovozlarda TEM lar ketma-ket (a), ketma-ket-parallel (b) va parallel (v) ulanishi



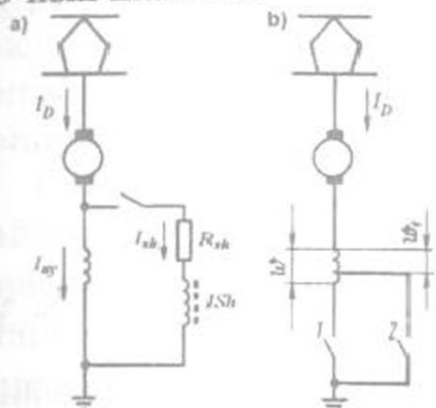
4.3 rasm. TEM lar zanjiriga ishga tushirish reostati ulanishi

Yuqorida keltirilgan misollar va sxemadan ko'rinib turibdiki, TEM larni qayta ulash orqali ulardagi kuchlanishni pog'onali o'zgartirish mumkin. TEM lardagi kuchlanishni yanada silliqroq o'zgartirish uchun ularning zanjiriga qarshiligini rostlash imkoni bor R reostat ketma-ket kiritiladi (4.3-rasm).

Biroq reostatda qo'shimcha energiya yo'qotish yuz beradi, ular o'ta qiziydi va EHT foydali ish koeffitsiyenti kamayadi. Shuning uchun reostatni EHT ishga tushishi va tezlanish davriga qisqa vaqtga ishga tushiriladi va ishga tushirish reostati deb ataladi. Harakat tezligini magnit oqimi o'zgartirish orqali rostlash quyidagicha bo'ladi. Ma'lumki mashina magnit oqimi F magnit yurituvchi kuch va magnit o'tkazuvchanlikka bog'liq. Magnit o'tkazuvchanlik o'zgaras bo'lganda magnit oqimi magnit yurituvchi kuchga, ya'ni qo'zg'atish toki I_q va bosh qutb chulg'amlari o'ramlar soni w ga bog'lik bo'ladi. Magnit oqimi F ni ikkala parametрни rostlab o'zgartirish mumkin.

Induktiv shunt ulanishi qurilmani birmuncha murakkablashtiradi, biroq u o'tish yoki noturg'un jarayonlarda qo'zg'atish chulg'ami va shuntlovchi kontur toklari munosabati ishning o'rnatilgan rejimidagiga nisbatan almashmasligi uchun kerak.

Haqiqatan, tok o'sish onida (masalan, kontakt tarmog'i kuchlanishi tebranishi vaqtida) induktiv shunt bo'lmaganda, qo'zg'atish chulg'ami konturida shuntlovchi konturga nisbatan juda katta induktiv qarshilik bo'lganligi sababli yakor chulg'amidan keyin shuntlovchi kontur orqali tok o'tishi natijasida TEM lar qo'zg'atishi o'ta sustlashishi kuzatilar edi. Qo'zg'atish juda sustlanganda TEM kollektorlarida doiraviy olov paydo bo'lishi mumkin.



4.4 – rasm. Qo'zg'atish chulg'amini sustlash (a) va qo'zg'atish chulg'ami o'ramlarining bir qismini o'chirish (b) orqali TEM larni qo'zg'atishni sustlash

Sust qo'zg'atishni g'altak o'ramlari bir qismini o'chirish hisobiga olish mumkin. Buning uchun g'altakda qo'shimcha chiqishlar ko'zda tutiladi (4, b - rasm). Kontaktor 1 ulangan va kontaktor 2 o'chirilganda w g'altak barcha chulg'amlari bo'ylab tok o'tishida TEM magnit maydoni hosil bo'ladi. Kontaktor 2 ni ulasak va kontaktor 1 ni o'chirsak, o'ramlar soni w dan w_1 gacha kamayadi hamda xuddi o'sha qiymatli tokda magnit oqimi kam bo'ladi.

TEM qo'zg'atishini sustlashning ushbu usuli, foydalanishda bo'lgan EHT larda konstruksiyaning va TEM larni montaj qilish murakkablashishi (g'altaklarning seksiyalanishi, asosning cheklangan gabaritida ulardan qo'shimcha chiqish joylashtirish) sababli keng tarqalmagan.

Nazorat savollari

1. O'zgarmas tokli EXT da tezlikni rostlash uchun TEM larni ulash usullarini hayotiy misollar bilan keltiring.
2. Ketma-ket qo'zg'atiladigan TEM li EHT larda harakat tezligini oshirish uchun sustlash rejimidan foydalanishning o'ziga xosligi.

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7, 11]

4.2. TEM tavsifini o'zgargan kuchlanishga qayta hisoblash

Bir kuchlanishga, aytaylik, TEM lar parallel ulanishiga mos keluvchi elektromexanik va tortish tavsiflari ma'lum bo'lsa, lekin, masalan ketma-

ket ulanish lozim bo'lsa tavsifni qayta hisoblash kerak bo'lsin. Tavsiflarni qayta hisoblash kontakt tarmog'i kuchlanishi o'zgarganda amalga oshirilishi lozim.

Agar TEM kuchlanishi U_{D1} dan U_{D2} gacha o'zgarsa, tezlik tavsifini qayta hisoblanishni ko'rib chiqamiz. TEM kuchlanishi U_{D1} va tok I_D bo'lsa elektrovoz yoki elektropoyezd tezligi $v = (U_D - I_D r / CF)$ formuladan:

$$v_1 = \frac{U_{D1} - I_D r}{CF} \quad (4.1)$$

Mos ravishda

$$v_2 = \frac{U_{D2} - I_D r}{CF} \quad (4.2)$$

(5.2) tenglamani (5.1) tenglamaga bo'lamiz:

$$\frac{v_2}{v_1} = \frac{U_{D2} - I_D r}{U_{D1} - I_D r},$$

Bundan

$$v_2 = \frac{U_{D2} - I_D r}{U_{D1} - I_D r} v_1 \quad (4.3)$$

TEM dagi kuchlanish keltirilgan kuchlanishdan ko'p farq qilmaganligi (3-5 %) sababli harakat tezligi o'zgarmas yuklamada keltirilgan kuchlanishga proporsionaldir.

$$\frac{v_1}{v_2} \approx \frac{U_{D1}}{U_{D2}} \quad (4.4)$$

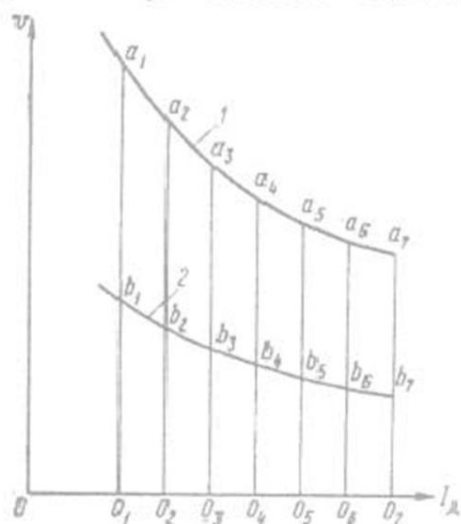
Yoki

$$v_2 = \frac{U_{D2} v_1}{U_{D1}} \quad (4.5)$$

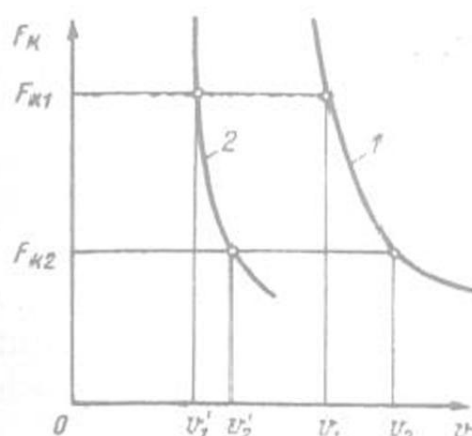
Kuchlanish o'zgarganda tavsiflar quyidagi tartibda quriladi. U_{D1} kuchlanishdagi tezlik tavsifida a_1, a_2 va hokazo nuqtalar qatori tanlanadi va ularning koordinatalari $a_1 0_1, a_2 0_2$ aniqlanadi.

Aniq hisoblash lozim bo'lganda $I_D r$ tokning har bir qiymatida TEM chulg'ami-dagi kuchlanish pasayishi, keyin esa (4.3)

formuladan U_{D2} kuchlanishda ushbu tok uchun tezlik qiymati aniqlanadi. Olingan tezlikni ordinata o'qiga qo'yiladi va b_1, b_2, b_3 va hokazo nuqtalar olinadi. Keyin ushbu nuqtalar silliq egri chiziqli bilan birlashtiriladi va U_{D2} kuchlanishdagi tezlik tavsifi olinadi. Yaqinlashtirib tezlikni hisoblash uchun (4.5) formuladan foydalanish mumkin.



4.5-rasm. U_{D1} kuchlanish U_{D2} kuchlanishgacha o'zgarganda tezlik tavsifini qurish



4.6. rasm. O'zgargan kuchlanishga tortish tavsifini qurish

kuchi tok o'zgarmaganda kuchlanishga bog'liq bo'lmaganli sababli tortishning bir xil kuchida tezlikni (3) formuladan yoki yaqinlashtirib (4.5) formuladan aniqlanadi.

6-rasmda 1 tortish tavsifini $U_{D2} = U_{D1} / 2$ kuchlanishga qayta qurish ko'rsatilgan. Tortish kuchi F_{K1} bo'lganda harakat tezligi v_1 (4.3) yoki (4.5) formulaga ko'ra v'_1 gacha, F_{K2} tortish kuchida esa v_2 dan v'_2 gacha pasayadi. Shu tarzda olingan nuqtalarga ko'ra U_{D2} kuchlanishda tortish tavsifi (2 egri chizig'i) quriladi.

Nazorat savollari

1. TEM kuchlanishi o'zgarishida tezlik tavsifini qayta hisoblanishni ko'rsating.
2. Kuchlanish o'zgarganda tavsiflarni chizish tartibi qanday bo'ladi?

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

4.3. Maydonni sust qo'zg'atishda tortuv elektr motorlari tavsiflari

Oldingi mavzuda shuni aniqladikki, EHT harakat tezligini TEM ni sustlash orqali oshirish mumkin. TEM qo'zg'atishini sustlash pog'onasini bosh qutblar magnit yurituvchi kuchi sust $(I_Q w)_{SQ}$ va to'liq $(I_Q w)_{TQ}$ qo'zg'atishlari munosabatiga teng bo'lgan qo'zg'atishni rostlash koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi.

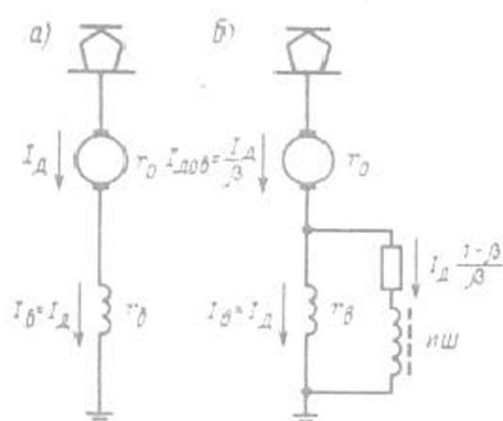
$$\beta = (I_Q w)_{SQ} / (I_Q w)_{TQ}.$$

Qo'zg'atish chulg'amini shuntlashda qo'zg'atish toki I_Q yakor toki I_D dan kichik, o'ramlar soni esa o'zgarmas bo'ladi. Koeffitsiyent β qo'zg'atish tokining yakor tokiga munosabatiga teng.

$$\beta = I_Q / I_D$$

Agar maydonni sustlash qutblar chulg'ami o'ramlari sonini o'zgartirish orqali amalga oshirilsa, koeffitsiyent β ni ishda qolgan o'ramlar soni w_1 ning o'ramlar umumiy soni w ga munosabati sifatida aniqlanadi. Qo'zg'atishni rostlash koeffitsiyentini bundan tashqari foizda ham ifodalanadi.

Qo'zg'atishni rostlashni ma'lum ko'lamgacha amalga oshirish mumkin, agar ushbu chegaradan pastga tushilsa, tortuv mashinasi kollektoridagi normal potensial sharoit buziladi va bu aylanuvchi olov hosil bo'lishiga olib kelishi mumkin. Odatda qo'zg'atishni rostlash koeffitsiyentining eng kichik qiymati 0,3 – 0,5 ni tashkil qiladi. Kompensatsiyalovchi chulg'amli TEM larda yanada chuqurroq qo'zg'atishni rostlash qo'llanilishi mumkin.



4.7-rasm. To'liq (a) va sust (b) qo'zg'atishda TEM elektr zanjiri

Kuchlanish o'zgarmas bo'lganda va qo'zg'atish sustlanganda TEM elektromexanik tavsifini TEM qo'zg'atishi to'liq bo'lgandagi tavsifdan kelib chiqib quyidagicha aniqlanadi. 7-rasmdagi sxemadan to'liq qo'zg'atish va I_D tokda $v = \frac{U_D - I_D r}{CF}$ formuladan EHT tezligi, km/s,

$$v_{TQI_D} = \frac{U_D - I_D(r_{CH} + r_Q)}{CF_{TQI_D}} \quad (4.6)$$

bu yerda I_D – to'liq qo'zg'atishda $\beta = 1$ (yoki 100%) yakor toki; r_{CH} – yakor, qo'shimcha qutblar va kompensatsiyalash chulg'amli qarshiligi, Om; r_Q – qo'zg'atish chulg'ami qarshiligi, Om. Shu EHT ning sust qo'zg'atish va I_{DSQ} tokda tezligi, km/ch,

$$v_{SQI_{DSQ}} = \frac{U_D - I_{DSQ}(r_{CH} + \beta r_Q)}{CF_{SQI_{DSQ}}} \quad (4.7)$$

(4.1) va (4.2) formulalarni $I_D = I_{DSQ}$ da solishtirib v_{SQ} / v_{TQ} munosabatni aniqlash qiyin, chunki F_{SQ} va F_{TQ} magnit oqimlari bir - biridan anchagina farq qiladi. Agar yakor toki $I_{DSQ} = I_D / \beta$ da v_{SQ} tezlikni ko'radigan bo'lsak (4.6, b-rasm), unga qo'zg'atish chulg'ami toki $I_Q = I_{DSQ} \beta = I_D \beta / \beta = I_D$ mos keladi, demak yakor toki $I_{DSQ} = I_D / \beta$ da tezlik, km/s:

$$v_{SQI_D/\beta} = \frac{U_D - \frac{I_D}{\beta}(r_{CH} + \beta r_Q)}{CF_{SQI_D/\beta}} \quad (4.8)$$

bu yerda $F_{SQ I_D / \beta}$ – tortuv motori yakori toki $I_{\Delta C \Psi} = I_{\Delta} / \beta$ da va sust qo'zg'atishda magnit oqimi.

(4.6) tenglamani (4.8) tenglamaga bo'lib kerakli o'zgartirishlarni amalga oshirsak

$$v_{SQ I_D / \beta} = \frac{U_D - \frac{I_D}{\beta} (r_{CH} + \beta r_Q)}{U_D - I_D (r_{CH} + r_Q)} \frac{CF_{TQ I_D}}{CF_{SQ I_D / \beta}} v_{TQ I_D}. \quad (4.9)$$

Yaqinlashtirish hisoblari uchun nisbatan soddaroq formuladan foydalanish mumkin. Bir qator soddalashtirishlardan so'ng:

$$\frac{U_D - \frac{I_D}{\beta} (r_{CH} + \beta r_Q)}{U_D - I_D (r_{CH} + r_Q)} \frac{CF_{TQ I_D}}{CF_{SQ I_D / \beta}} \approx 1$$

va

$$v_{SQ I_D / \beta} \approx v_{TQ I_D} \quad (4.10)$$

(4.10) formula asosida sust qo'zg'atishda tezlik tavsifini grafik tarzda qurishni quyidagicha tarzda ko'rsatiladi. Tezlik tavsifidan to'liq qo'zg'atishda (4.7,a-rasmdagi chiziq) v_1 tezlik va I_{D1} tokga mos keluvchi ixtiyoriy a nuqta olinadi.

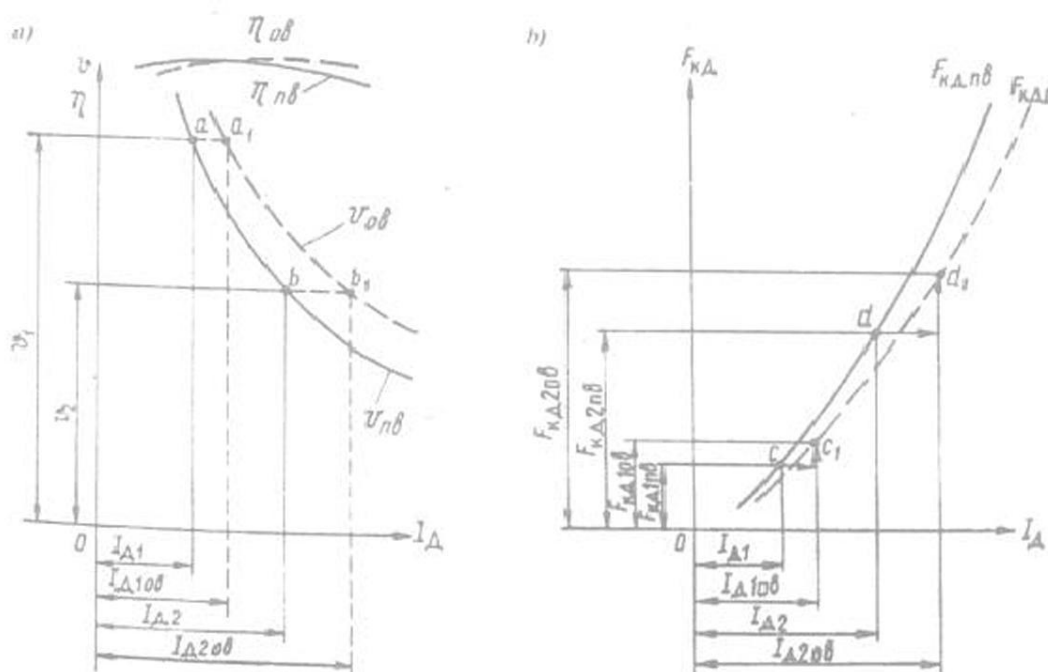
Absissa o'qiga $I_{D1 SQ} = I_{D1} / \beta$ tok qo'yiladi va ushbu nuqta orqali vertikal liniyani a nuqta orqali o'tkazilgan gorizontall liniya bilan kesishguncha chiziladi. Olingan $I_{D1 SQ}$ tokda v_1 tezlikka mos keluvchi a_1 nuqta sust qo'zg'atishli TEM tezlik tavsifida bo'ladi.

TEM ning boshqa tok I_{D2} da ishlash rejimi uchun xuddi shu tarzda olib borib sust qo'zg'atishda v_2 tezlik va $I_{D2 SQ}$ tokda b_1 nuqta quriladi va h.k. a_1, b_1 boshqa nuqtalarni biriktirish orqali olingan egri chiziq qo'zg'atishni rostlashning berilgan koeffitsiyentida TEM tavsifi bo'ladi. Ushbu egri chiziq tezlik tenglamasidan ko'rinib turganidek TEM to'liq qo'zg'atishdagi tavsifidan yuqori qo'yiladi.

TEM tezlik tavsifini qurish usulini ko'rib chiqishda TEM chulg'ami va (kompensatsiyalanmagan TEM) magnit oqimida kuchlanish pasayishida o'zgarishni hisobga olmadik. Agar ushbu o'zgarishni hisobga oladigan bo'lsak, sust qo'zg'atishda tezlik tavsifi yuqorida topilgan egri chiziqdan birmuncha farq qiladi. Biroq ushbu farq kichik bo'lganligi sababli ko'rib keltirilgan usuldan taxminiy hisoblashlarda foydalanish mumkin. Nisbatan aniqroq qayta hisoblash uchun (4.9) formuladan foydalanish lozim.

TEM ni to'liq va sust qo'zg'atishda foydali ish koeffitsiyent tavsiflari 4.7,a-rasmdan ko'rinib turganidek bir-biri bilan kesishadi. Katta toklar zonasida foydali ish koeffitsiyenti sust qo'zg'atishda elektr yo'qotish

kamligi sababli to'liq qo'zg'atishdagidan yuqoriroq. Kichik toklar uchun FIK sust qo'zg'atishda TEM dagi mexanik yo'qotish kattaligi hamda motor-o'q podshipniklari yoki reduktor podshipniklarida harakatning katta tezligi sababli yuzaga kelgan yo'qotishlar sababli to'liq qo'zg'atishda yuqoriroq bo'ladi.



4.8-rasm. Sust qo'zg'atishda TEM ning tezlik (a) va elektr tortish (b) tavsiflarini qurish.

Sust qo'zg'atishda tortish kuchi $F_{KD\ SQ}$ egri chizig'ini bundan tashqari to'liq qo'zg'atishdagi tortish kuchi $F_{KD\ TQ}$ tavsifiga ko'ra aniqlanadi (4.8, b-rasm) to'liq qo'zg'atish va I_D tokda tortish kuchi $F_{KD} = 0,367 U_D I_D \eta / v$ dan, kgk,

$$F_{KD\ TQ\ I_D} = 0,367 \frac{U_D I_D \eta_{TQ\ I_D}}{v_{TQ\ I_D}}, \quad (4.11)$$

bu yerda $\eta_{TQ\ I_D}$ – to'liq qo'zg'atish va I_D tokda elektrovoz foydali ish ko'effitsiyenti.

Analogik tarzda sust qo'zg'atish va $I_{D\ SQ} = I_D / \beta$ tokda tortish kuchi, kgk,

$$F_{KD\ SQ\ I_D / \beta} = 0,367 \frac{U_D \frac{I_D}{\beta} \eta_{SQ\ I_D}}{v_{SQ\ I_D / \beta}}, \quad (4.12)$$

bu yerda $\eta_{SQ\ I_D}$ – sust qo'zg'atish va $I_{D\ SQ} = I_D / \beta$ tokda foydali ish ko'effitsiyenti.

(4.6) tenglamani (4.7) tenglamaga bo'lib

$$\frac{F_{KD\ TQ\ I_D}}{F_{KD\ SQ\ I_D/\beta}} = \beta \frac{v_{TQ\ I_D}}{v_{SQ\ I_D/\beta}} \cdot \frac{\eta_{TQ\ I_D}}{\eta_{SQ\ I_D}},$$

bundan

$$F_{KD\ SQ\ I_D/\beta} = \frac{1}{\beta} \frac{\eta_{TQ\ I_D}}{\eta_{SQ\ I_D}} \cdot \frac{v_{SQ\ I_D/\beta}}{v_{TQ\ I_D}} \cdot F_{KD\ TQ\ I_D} \quad (4.13)$$

(4.11) formulani hisobga olib va foydali ish koeffitsiyenti $\eta_{TQ\ I_D}$ ni $\eta_{SQ\ I_D}$ ga nisbatan farqini (1% dan yuqori emas) hisobga olmasdan yaqinlashtirib hisoblash uchun sodda formulani olamiz:

$$F_{KD\ SQ\ I_D/\beta} \approx F_{KD\ TQ\ I_D/\beta} \quad (4.14)$$

Shu tarzda sust qo'zg'atish va I_D/β yakor tokida tortish kuchi to'liq qo'zg'atish va I_D tokdagi tortish kuchidan $1/\beta$ ga katta.

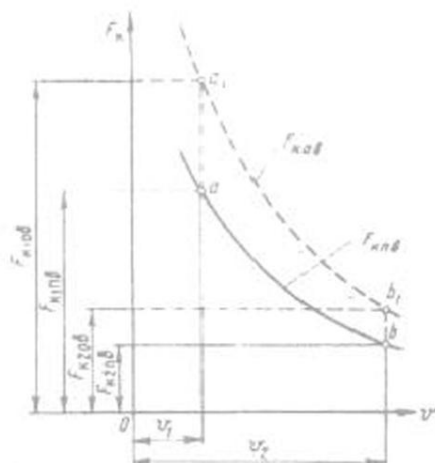
Sust qo'zg'atishda tortish kuchi $F_{KD\ SQ}$ egri chizig'ini qurish quyidagicha bo'ladi: $F_{KD\ TQ}$ tortish kuchi egri chizig'ida joylashgan c nuqtani (8, b-rasmga qarang) I_{D1} va $F_{KD1\ TQ}$ koordinatali to'liq qo'zg'atishda $I_{D1\ SQ} = I_{D1}/\beta$ tokka mos keluvchi liniyagacha ko'chiriladi, keyin esa uni $I_{D1\ SQ}$ liniya bo'ylab yuqoriga tortish kuchi $F_{KD1\ SQ} = F_{KD1\ TQ}/\beta$ (c_1 nuqta) qiymatigacha ko'chiriladi.

Shu taxlitda boshqa nuqtalar (d_1 va boshqa) ni topib va ularni silliq egri chiziq bilan ulagan holda sust qo'zg'atishda TEM tortish kuchi tavsifini olamiz. Ushbu liniya to'liq qo'zg'atishdagi tortish kuchi tavsifidan pastda joylashgan. Sust qo'zg'atishdagi tavsifni yanada aniqroq qurish uchun (4.13) formuladan foydalaniladi.

TL-2K tortuv elektr motorli VL10 elektrovozi hamda NB-406 tortuv elektr motorli VL8 va VL23 elektrovozlarida sust qo'zg'atishning to'rt pog'onasi mavjud: $\beta_1 = 75\%$, $\beta_2 = 55\%$, $\beta_3 = 43\%$ va $\beta_4 = 36\%$. DPE-400 tortuv elektr motorli VL-22M elektrovozi hamda DK-106B tortuv elektr motorli ER1 va ER2 elektropoyezdlari ikki pog'onaga ega: $\beta_1 = 67\%$ va $\beta_2 = 50\%$.

RT-113 tortuv elektr motorli ER22 elektropoyezdi sust qo'zg'atishning 6 pog'onasiga ega: $\beta_1 = 76,6\%$, $\beta_2 = 60,4\%$; $\beta_3 = 48\%$; $\beta_4 = 40\%$; $\beta_5 = 33,5\%$; $\beta_6 = 29\%$ (taxminan).

Lokomotivning tortish tavsifini sust qo'zg'atishda to'liq qo'zg'atishdagi tavsif asosida TEM ning oraliq elektromexanik tavsifisiz yaqinlashish usulida quriladi.



4.9-rasm. Sust qo'zg'atishda tortish tavsifini qurish

Elektrovoz yoki elektropoyezd v_1 tezligi va $F_{k,td}$ tortish kuchiga mos keluvchi TEM to'liq qo'zg'alishidagi tortish tavsifida ixtiyoriy a nuqtani olamiz (4.9-rasm).

Keltirilgan fikrlarga mos ravishda sust qo'zg'atish rejimida tezlikning bir xil qiymatida tortish kuchi $F_{k1,TQ}$ dan $F_{k1,SQ}$ gacha o'sadi. 9-rasmida bu a nuqtaning yuqoriga $F_{k1,TQ}/\beta$ yoki $F_{k1,SQ}$ qiymatiga mos keluvchi a_1 nuqtaga ko'chishiga to'g'ri keladi. Analogik tarzda fikrlab v_2 tezlik va $F_{k2,TQ}$ tortish kuchiga mos keluvchi b nuqtani $F_{k2,SQ} = F_{k2,TQ}/\beta$ tortish kuchiga mos keluvchi b_1 nuqtaga ko'chirish lozim. Bir qator boshqa nuqtalarni topib va ularni silliq egri chiziq bilan birlashtirib TEM sust qo'zg'atilganda lokomotiv tortish tavsifi olinadi.

Lokomotiv tortish tavsifini yanada aniqroq qayta hisoblash uchun TEM ni sustlash vaqtida olingan sust qo'zg'atishdan elektromexanik tavsif yoki to'liq qo'zg'atishdagi tavsifdan aniq usul bilan qayta hisoblashdan foydalaniladi.

Tortish kuchini qayta hisoblashda elektromexanik tavsifdan aniqlangan qiymatni ushbu lokomotivda o'rnatilgan TEM lar soniga ko'paytiriladi.

Nazorat savollari

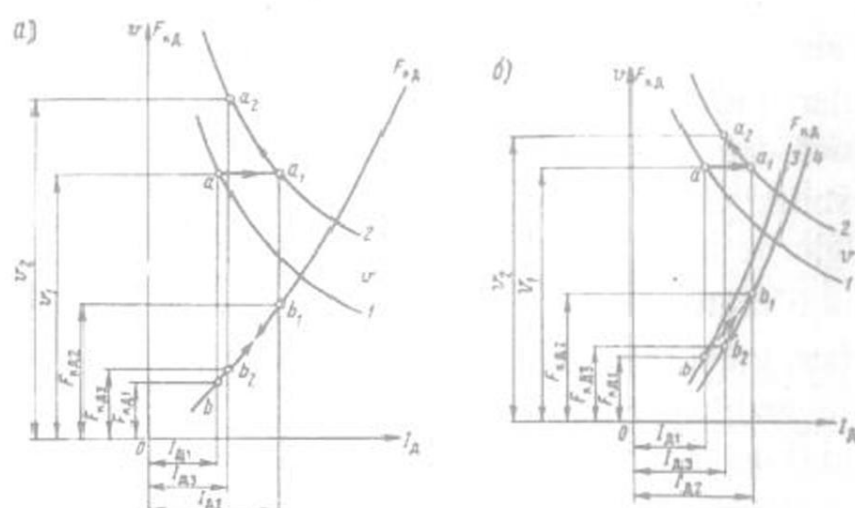
1. Maydonni sust qo'zg'atishda tezlik tavsifi qanday quriladi?
2. Maydonni sust qo'zg'atishda TEM tortish kuchi tavsifi qanday quriladi?

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

4.4. Kuchlanish o'zgarganda va sust qo'zg'atish ulanganda tezlik o'zgarish jarayoni

Elekromotordagi kuchlanish oshganda yoki pasayganda hamda sust qo'zg'atishda harakat tezligi poyezd massasi kattaligi sababli bir onda o'zgara olmaydi. Bu o'zgarish asta-sekin yuz beradi va boshqa kattaliklar o'zgarishiga sabab bo'ladi. Yo'l profili o'zgaras bo'lgan uchastkada poyezd harakatlanishida kuchlanish oshishida tezlik o'zgarishi holatini

ko'rib chiqamiz.



4.10-rasm. TEM ish rejimi o'zgarish ketma-ketligi: a) kuchlanish ko'chkisimon o'zgarganda; b) sust qo'zg'atish ishga tushirilganda

TEM tezlik tavsifi 1 ga (4.10,a-rasm) mos keluvchi U_{D1} kuchlanishda ishlaydi, uning o'rnatilgan rejimi v_1 tezlik I_{D1} tok va F_{KD1} tortish kuchi (a va b nuqtalar) bilan aniqlanadi. Harakatning o'rnatilgan tezligi mexanika qonunlariga ko'ra faqatgina poyezdga ta'sir qiluvchi kuchlar nolga teng bo'lganda yoki bizning holatimizda ishlovchi o'qlar soniga ko'paytirilgan tortish kuchi F_{KD1} poyezd harakatiga qarshilik kuchlari bilan muvozanatlashgan holatda bo'lishi mumkin. Tezlik o'rnatilish bilan bir vaqtda TEM dagi kuchlanish $U_D = CFv + I_D r$ formulaga ko'ra EYUK va uning chulg'amidagi kuchlanish pasayishi muvozanatlanadi. Kuchlanish tezlik tavsifi 2 ga mos keluvchi U_{D2} qiymatigacha oshganda kuchlanish, EYUK va TEM chulg'amidagi kuchlanish pasayishi balansi buziladi. Birinchi onda EYUK o'zgarmaydi, chunki harakat tezligi va magnit oqimi deyarli o'zgarmasdir. Nisbatan yuqori kuchlanish U_{D2} va o'zgarmas EYUK orasidagi yuqori farq I_D tok keskin oshishi bilan kompensatsiyalanadi. Tokning bunday oshishi o'zinduksiya EYUK si paydo bo'lishiga olib keladi, u ham o'tkinchi jarayonda $U_D - CFv$ qiymatni kompensatsiyalaydi.

Shu taxlitda TEM ish rejimi o'zgarishi grafikda o'zgarmas tezlik va tokning I_{D1} va I_{D2} gacha o'zgarishida gorizontall liniya aa_1 da yuz beradi. $F_{KD} \approx 0,367 \tilde{N} F I_D$ formulaga ko'ra tok o'sishida tortish kuchi F_{KD1} dan F_{KD2} gacha o'zgarib poyezdga tasir qiluvchi kuchlar muvozanatini buzadi.

Tortish kuchi qiymatiga ko'ra qarshilik kuchidan oshib ketadi, shuning uchun harakat tezligi oshishni boshlaydi. Tezlikning o'sishi 2 tavsifda a_1, a_2 kesma bo'ylab vaqtga ko'ra ancha sekin amalga oshadi. Harakat tezligi o'sishi bilan I_D tok kamayadi va tortish kuchi b_1, b_2 egri chiziq bo'ylab

kamayadi.

v tezlik o'sishi va F_{KD} tortish kuchi kamayishi jarayoni tortish kuchi va qarshilik kuchlari muvozanatlashguncha davom etadi. Bunday muvozanat F_{KD1} tortish kuchidan biroz oshuvchi tortish kuchida yuz beradi, chunki harakatga qarshilik yuqori tezlikda biroz kattaroq qiymatga ega bo'ladi. Yangi o'rnatilgan rejim $F_{KD3} > F_{KD1}$ tortish kuchiga mos keladi. Bunda I_{D3} tok va v_2 tezlik o'rnatiladi. Biroq F_{KD3} va F_{KD1} orasida mos ravishda I_{D3} va I_{D1} orasidagi farq kichik. Shuning uchun amalda kontakt tarmog'i kuchlanishi o'zgarishi tezlik o'zgarishiga olib keladi, TEM lar toki va tortish kuchi birlamchi (kuchlanish o'zgarishigacha bo'lgan) qiymatida qoladi.

TEM da kuchlanish kamayishida ushbu holat teskarisiga yuz beradi.

Sust qo'zg'atishda TEM ish rejimi o'zgarishi 4.11,b-rasmda ko'rsatilgan. To'liq qo'zg'atishda TEM ishi tezlik tavsifi 1 va tortish kuchi tavsifi 3 da aks ettirilgan. Agar TEM ning o'rnatilgan ish rejimi a va b nuqtalarga (tezlik v_1 , tok I_{D1} , va tortish kuchi F_{KD1}) mos kelsa, unda U_D o'zgarmas kuchlanish va sust qo'zg'atishda kuchlanish EYUK va chulg'amlarda kuchlanish pasayishi balansi o'zgarishi hisobiga TEM ish rejimi o'zgaradi. Harakat tezligi va magnit oqimi o'zgarmasdan I_{D1} tok I_{D2} qiymatigacha oshadi. Rejim o'zgarishi a nuqtaning sust qo'zg'atish egri chizig'i 2 da a_1 nuqtaga o'zgarishiga mos keladi. TEM tortish kuchi F_{KD2} qiymatigacha o'sadi.

Kuchaygan tortish kuchi harakatga qarshi kuchidan katta bo'ladi va poyezd harakat tezligini oshira boshlaydi. Tezlik oshishi bilan TEM toki hamda magnit oqimi kamayadi va mos ravishda tortish kuchi 4 tavsifga ko'ra kamayadi. Yangi teng kuchli holat b_2 nuqtaga o'tadi va bunda EHT tortish kuchi harakatga qarshilik kuchi bilan tenglashadi. Tortish kuchi F_{KD3} tok I_{D3} ga mos ravishda tezlik v_2 ga (a_2 nuqta) mos keladi.

Tezlik o'zgarishi yuqorida aytib o'tilganidek nisbatan sekin yuz beradi va yangi tezlik o'rnatilguncha odatda TEM kuchlanishi yo'l profili va boshqalar o'zgarishga ulguradi. Shuning uchun TEM ning o'rnatilgan ish rejimi juda kam holatlarda yuz beradi.

Nazorat savollari

1. Kuchlanish o'zgarganda tezlik o'zgarish jarayoni;
2. Sust qo'zg'atish ulanganda tezlik o'zgarish jarayoni.

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [6, 7]

V. O'ZGARUVCHAN TOKLI ELEKTR HARAKAT TARKIBI TAVSIFLARI

5.1. Umumiy ma'lumotlar

Kontakt tarmog'ida 3000V kuchlanish bo'lgan o'zgarmas tokli elektrli tortish tizimi o'z vaqtida profiliga ko'ra nisbatan og'ir va o'ta yuklangan liniyalar o'tkazuvchanligi va tashuvchanligini sezilarli o'sishini ta'minlab temir yo'l transportining texnik rekonstruksiyasida (rivojlanishida) katta rol o'ynadi.

Ammo yuk va yo'lovchi tashish sur'ati o'sishi bilan bu tizim o'tkazgichlarda elektr energiya isrofi katta bo'luvchi kichik (past) kuchlanishi tufayli etarlicha samara bermay qo'ydi. Shuning uchun mamlakatimizda kontakt tarmog'ida 25000V kuchlanishli sanoat chastotali (50 Gts) bir fazali o'zgaruvchan tok tizimi qo'llanilmoqda. O'zgarmas tok tizimidagi 3000V o'rniga EHT ga 25000V kuchlanishli energiyani tortuvchi nimstansiyalardan uzatishda elektrovoz va elektropoyezdlar iste'mol qiladigan tok qiymati kamayadi, mos ravishda kontakt tarmog'i o'tkazgichlari kesim yuzasini kamaytirish va tortuvchi nimstansiyalar sxemasini soddalashtirib ular orasidagi masofani uzaytirish imkoni tug'iladi.

Bir fazali tok EHT kuchlanish va tokni o'zgartirish uchun maxsus qurilmalarga ega. Sobiq sho'ro davrida statik o'zgartgichli va o'zgarmas tokda ishlovchi TEMli EHT keng tarqalgan edi. Ushbu turdagi elektrovoz yoki motorli vagonda 25000V kuchlanishni to'g'rilagandan so'ng TEMlar ishlashi uchun etarli qiymatgacha pasaytirish uchun transformator o'rnatiladi. Hozirda asinxron yoki ventelli kollektorsiz TEM qo'llanilmoqda.

O'zbekiston temir yo'llarining o'ta yuklangan, og'ir profilli uchastkalarda 8 o'qli VL 80S elektrovozi ishlatilmoqda. Ushbu elektrovozlarning hammasi 790 kVt quvvatli NB-418K TEM lari bilan jihozlangan. Nisbatan yengil uchastkalarda 6 o'qli 775 kVt quvvatli NB-412K TEM li VL60K elektrovozlari qo'llaniladi. Yo'lovchi poyezdlari bilan ishlash uchun CHS4T, CHS4, VI60PK 6 o'qli elektrovozlardan foydalanish mumkin. O'zgarmas va o'zgaruvchan tok kuchlanishi tutashuvchi uchastkalarda ikki tok turli VI82va VI82M yuk elektrovozlari ishlaydi.

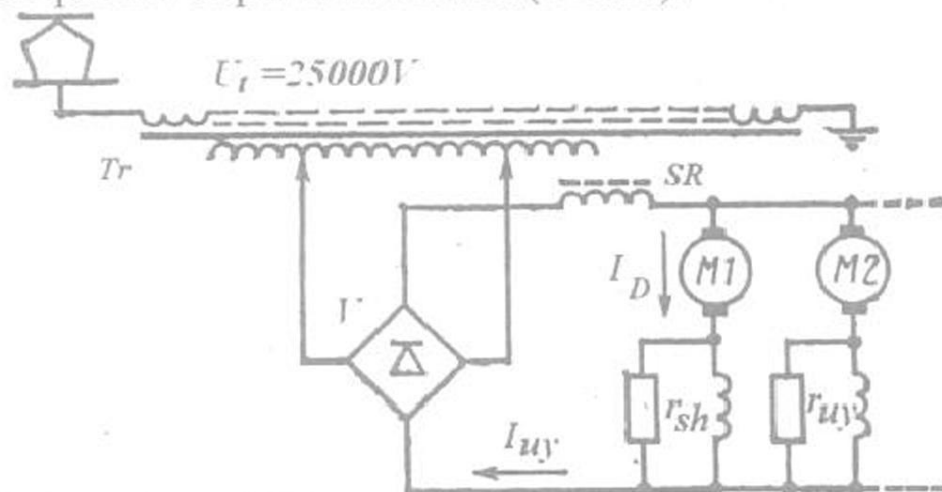
Nazorat savollari

Nima uchun O'zbekistonda o'zgarmas tokli kontakt tarmog'i o'zgaruvchan tokliga o'zgartirildi?

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

5.2. O'zgartgich qurilmalar tashqi tavsiflari

O'zgaruvchan tok elektrli harakatlanuvchi tarkibida TEMlar o'zgartgich qurilma orqali ta'minlanadi.(1-rasm).



5.1 rasm. O'zgaruvchan tok elektrovozining (elektropoyezdining) soddalashtirilgan elektr sxemasi

Tortuvchi transformator T_p da kontakt tarmog'i kuchlanishi $U_T=25000V$ TEMlar ishlashi uchun kerakli qiymatgacha pasaytiriladi. O'zgartgich V da o'zgaruvchan tok pulsatsiyalanuvchi o'zgarmasga o'tkaziladi. Tokning pulsatsiyalanishi TEM kommunatsiyasini o'zgartiradi. Shuning uchun to'g'rilangan tok I_B zanjiriga tok pulsatsiyasini $\pm 0,25I_B$ gacha pasaytiruvchi silliqlovchi reaktor SR kiritiladi.

Pulsatsiyalanuvchi tokning silliqqlanish darajasi pulsatsiya tokining to'g'rilangan tok doimiy tashkil qiluvchisi nisbatiga teng bo'lgan nisbiy pulsatsiya koeffitsieti K_{m} bilan baholanadi. Tokning $\pm 0,25I_B$ oralig'ida pulsatsiyalanishida koeffitsiyent $K_{\text{m}} = 0,5$ bo'ladi.

Tortuv elektr motorlari M1, M2 larni parallel (ba'zan, parallel –ketma-ket, masalan ER9P elektropoyezdida) ulanadi.

Bunda to'g'rilangan tok

$$I_B = PI_d$$

bu yerda R – to'g'rilagichga ulangan TEM parallel zanjirlari soni.

TEM kommutatsiyasini yaxshilash va magnit yo'qotishni kamaytirish uchun kerakli magnit oqimi pulsatsiyasini kamaytirishga uyg'otish chulg'amiga parallel rezistor r_e doimiy ulanib undagi tok pulsatsiyasini kamaytirish evaziga erishiladi.

Bu holatda pulsatsiyalanuvchi tok o'zgaruvchan tashkil qiluvchisi asosan uyg'otish chulg'amiga nisbatan ancha kichik induktiv qarshiligiga ega shuntlovchi rezistor orqali, o'zgarmas tashkil qiluvchi esa asosan

shuntlovchi rezistor r_o ga nisbatan (20-25 marta) ancha kichik aktiv qarshilikka ega uyg'otish chulg'ami orqali tutashadi.

TEM lardagi kuchlanishni tortuv transformatori chulg'amlari sonini turlicha ulab transformatsiya koeffitsiyenti pog'onasini o'zgartirib rostlanadi. TEM lardagi kuchlanishning bunday pog'onasini **rostlash pog'onasi** deb ataladi.

Sobiq Ittifoqda yasalgan EHTlarda transformatorni pastki kuchlanishini (kichik voltli rostlash, transformator ikkilamchi chulg'amini sektsiyalash) rostlash qabul qilingan.

CHS4 va CHS4T elektrovozlarida T_p birlamchi tomonini rostlash (yuqori voltli rostlash) qo'llanilgan.

TEM ni o'zgartgich qurilma orqali ta'minlanganda undagi kuchlanish doimiy qolmasdan yuklama tokiga bog'liq ravishda o'zgarib turadi. TEM toki mos ravishda to'g'rilangan tok o'sishi bilan to'g'rilagich ventellarida tok kommutatsiyasi oshishi, transformator, silliqlovchi reaktorva ventel chulg'amlarida kuchlanish tushishi oshishi natijasida to'g'rilangan kuchlanish kamayadi.

To'g'rilangan kuchlanish U_{tk} yoki TEMdagi kuchlanish V ,

$$U_{tk} = U_{tk0} - \left(\lambda \frac{2}{\pi} X + R_{um} \right) I_{tk} - \Delta U_{vent}, \quad (5.1)$$

bu yerda U_{tk0} – salt yurishda ($I_{tk} = 0$) to'g'rilangan kuchlanish, V; 2 – transformator kuchlanishi reaktiv pasayishida to'g'rilangan tok pulsatsiyasi ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent, $\lambda = 1,1$; X – transformator chulg'ami induktiv qarshiligi, OM; R_{um} – transformator ikkilamchi chulg'amiga keltirilgan o'zgartgich qurilmasi umumiy aktiv qarshiligi, Om; ΔU_{vent} – ventellarda kuchlanish pasayishi, V,

$$U_{tk0} = 2\sqrt{2}U_2 / \pi = 0,9U_2,$$

bu yerda U_2 – tortish transformatori ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanish, V.

Transformator chulg'ami induktiv qarshiligi qisqa tutashuv kuchlanishi induktiv tashkil etuvchisi U_{xon} ga bog'liq bo'lib, u transformator nominal kuchlanishidan foiz shaklida ifodalanadi. Odatda $U_{xon} = 9 \div 15 \%$.

Induktiv qarshilik, Om

$$X = \frac{U_{xuk} U_2}{100 I_{int}},$$

bu yerda I_{int} – to'g'rilangan nominal tok, A.

To'g'rilashning ko'prik sxemasida o'zgartgich qurilmasi umumiy aktiv qarshiligi

$$R_{um} = \nu \left(\frac{R_1}{K_T^2} + R_2 \right) K_{sam}^2 + R_{o'rt} K_{sam}^2,$$

bu yerda ν – kommutatsiya davridagi kuchlanishning aktiv pasayishi tokni to'g'rilash zanjiriga ta'sir qilmasligini hisobga oluvchi koeffitsiyenti va uning tashkil qiluvchisi to'g'rilangan kuchlanish pasayishi yig'indisiga kirmaydi; R_1, R_2 -mos ravishda transformator birlamchi va ikkilamchi chulg'ami aktiv qarshiligi, OM;

K_T – Tr transformatsiya koeffitsiyenti; $K_{Tsa} K_{sa}$ – mos ravishda to'g'rilangan va o'zgaruvchan tok samaralilik koeffitsiyentlari; $R_{o'rt}$ - silliqlovchi reaktor aktiv qarshiligi, Om.

Amaliy hisob kitoblarda ν koeffitsiyentini to'g'rilangan tokka bog'liq emas deb qabul qilinadi va transformator qisqa tutashuv kuchlanishi 10-15 % bo'lganda 0,7 ga deb qabul qilinadi.

Tortuvchi transformator transformatsiya koeffitsiyenti

$$K_T = U_T / U_2 = 0,9 U_T / U_{rk0}$$

To'g'rilangan tok samarali (amaldagi) qiymatining uning o'rtacha qiymatiga munosabatini ko'rsatuvchi to'g'rilangan tok samaralilik koeffitsiyenti $K_{cam} = I_2 / I_{m\dot{y}}$ to'g'rilangan tokni silliqlash pog'onasiga bog'liq bo'ladi

$$K_{Tsa} = \sqrt{1 + 0,13 K_{no}^2}.$$

Bunda $K_{no} = 0,5, K_{Tsa}^2 = 1,04$.

Transformator ikkilamchi chulg'ami samarali toki qiymatining to'g'rilangan tokka munosabati $K_{sam} = I_2 / I_B$ dan aniqlanuvchi o'zgaruvchan tok samaralilik koeffitsiyenti nisbiy pulsatsiya koeffitsiyentiga bog'liq bo'ladi.

$$K_{cam} = 0,88 + 0,18 K_{no},$$

bu yerda $K_{no} = 0,5 K_{sam}^2 = 0,94$.

Yarim o'tkazgichli kremniyli ventellar VL200, V200, V1300larda kuchlanish pasayishi ΔU_{ik0} TEMlar nominal yuklanishda 0,7V dan yuqori emas. Yuklama o'zgarishi bilan ventellarda kuchlanish ham o'zgaradi, shuning uchun hisob kitoblarda u doimiy qabul qilinadi. Hisob kitoblar uchun ΔU_{ik0} ni o'rtacha qiymatini 0,5-0,6 V atrofida qabul qilinadi.

Ketma-ket ulangan ventellarda kuchlanish pasayishi nominal kuchlanishga nisbatan kichik, shuning uchun hisoblarda uni ko'pincha hisobga olinmaydi.

(5.1) ifoda

$$\lambda \frac{2}{\pi} X + R_{um} = Z_e \quad (5.2)$$

Belgilasak quyidagini olamiz, V,

$$U_{To'g'} = U_{60} - Z_e I_{uy} - \Delta U_{vent} \quad (5.3)$$

bu yerda Z_e – o'zgartgich qurilmalar ekvivalent qarshiligi, Om.

Ba'zan o'zgartgich qurilmalar ekvivalent qarshiligi bitta TEM ga keltiriladi, unda

$$Z_e^1 = p Z_e$$

Va to'g'rilangan qarshilik, V.

$$U_i = U_{UCh} - Z_e^1 - \Delta U_{vent} \quad (5.4)$$

Trasformator, silliqlovchi reaktor parametrlari va transformatsiya koeffitsiyentini bilgan holda, to'g'rilangan kuchlanish o'zgarishining TEM yoki o'zgartgich qurilma yuklamasi tokiga bog'liqlikni aniqlash mumkin.

To'g'rilangan kuchlanish kontakt tarmog'ining kuchlanishi o'zgarmas bo'lganda rostlashning har bir pog'onasida TEM tokiga bog'liqligi o'zgartgich qurilmaning tashqi tavsifi deb ataladi.

Mos ravishda EHT bitta emas bir necha tashqi tavsifga ega. Ularning har biri raqamlangan va kuchlanishni rostlashning ma'lum bir pog'onasiga mos keladi.

Rostlashning yuqori pog'onasiga mos keluvchi tashqi tavsifni *nominal* deb ataladi.

(5.3) va (5.4) ifodalardan ko'rinib turibdiki, Z_e yoki Z_e^1 o'zgarmas bo'lganda tashqi tavsif to'g'ri chiziq bo'ladi.

Tortuvchi transformator chulg'ami induktiv qarshiligi X eng katta ta'sir ko'rsatuvchi ekvivalent qarshiligiga uning burilish burchagi bog'liq bo'ladi.

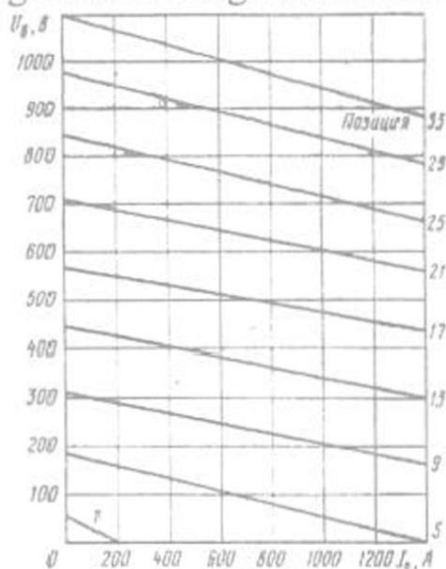
To'g'rilangan kuchlanishni rostlash jarayonida tortuvchi transformator chulg'amlari o'ramlar soni o'z navbatida Z_e va Z_e^1 qiymati o'zgaradi, mos ravishda kuchlanishni rostlashning turli pog'onalarida tashqi tavsif egilish burchagi o'zgaradi.

VL80T va VL80K elektrovozlari tashqi tavsifi 5.2-rasmda ko'rsatilgan. Bu yerda yuqorigi va pastki tavsifda egilish burchagi eng katta, chunki ushbu holatlarda tortuv transformatori barcha seksiyalari ulangan bo'ladi, mos ravishda X va R_{Σ} eng katta bo'ladi. O'rtadagi tavsiflarda kamroq sondagi seksiyalar ulangan bo'ladi.

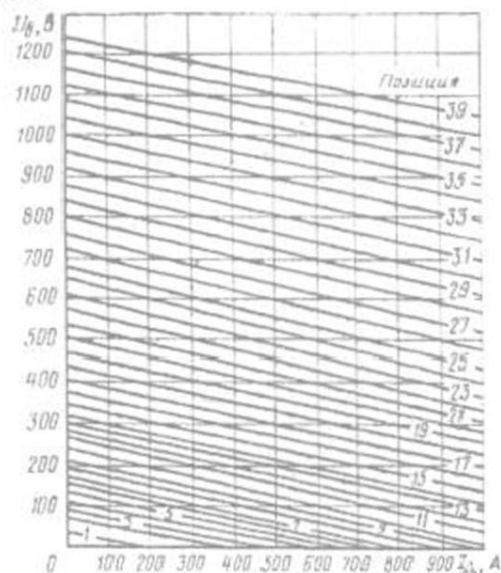
Kuchlanishni rostlashda tortuv transformatorlari yuqori voltli chulg'ami o'zgartirilganda ularda induktivlik katta, shuning uchun ularda egilish burchagi katta, ammo rostlashning turli pog'onalarida ular orasidagi farq kichkina. Ushbu holatda uning yuqorigi va pastki pog'onasida farq kam o'rtada esa ko'p bo'ladi. (5.3-rasm).

ER9P elektropoyezdida transformator ikkinchi tomonida kuchlanishni rostlashda chulg'amlarni qarama-qarshi ulanishidan muvofiq ulanishga

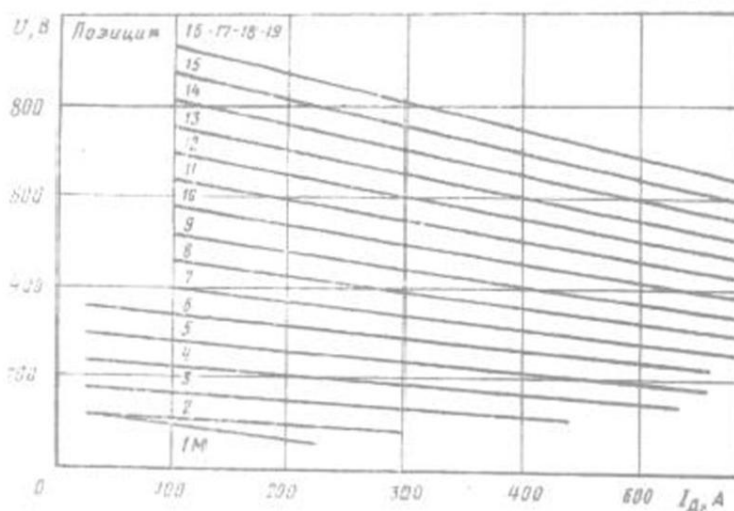
o'tkazishsiz amalga oshirish qo'llanilgan. Rostlashning yuqori pog'onalarida transformator chulg'aming ko'p sonli o'ramlari ulanadi, shuning uchun ushbu pog'onalarida tashqi tavsif egilish burchagi katta (5.4-rasm). Faqatgina 1_m pog'onada zanjirga tokni cheklash uchun rezistor kiritilgani uchun egilish burchagi farq qiladi.



5.2-rasm. VL80T va VL80K elektrovozlari o'zgartgich qurilmasi tashqi tavsiflari.



5.3-rasm. Tortuv transformatori yuqori kuchlanishli tarafidan kuchlanish rostlanganda o'zgartgich qurilma tashqi tavsiflari.



5.4-rasm. ER9P elektropoyezdi o'zgartgich qurilmasi tashqi tavsiflari.

Nazorat savollari

1. Kontakt tarmog'i o'zgaras va o'zgaruvchan tokda ta'minlanganda tashishning o'ziga xosligi?
2. O'zgartgich qurilma nima? Ishlash prinsipini tushuntiring.
3. O'zgartgich qurilma tashqi tavsifi nima?

5.3. O'zgartgich qurilmalar orqali ta'minlanganda TEM tavsiflari

Yuklamaga bog'liq ravishda to'g'rilangan kuchlanish o'zgarganligi sababli TEM tezlik tavsifi ham o'zgaradi.

Faqatgina TEMda nominal tok bo'lgandagina undagi to'g'rilangan kuchlanish nominal qiymatga ega bo'ladi. Nominaldan ham yuklamalarda kuchlanish nominaldan yuqori bo'ladi, mos ravishda tezlik ham nominal kuchlanishlardagidan kam bo'ladi.

EHTdagi TEMlar parallel, ketma-ket yoki parallel ulanishga ega bo'ladi. Birinchi holatda har bir TEMga keltirilgan kuchlanish U_0 to'g'rilangan U_{tk} kuchlanishga, ikkinchi holatda esa

$$U_0 = U_{tk} / n \quad (5.5)$$

ga teng bo'ladi,

bu yerda n – ketma-ket ulangan TEM lar soni.

Agar qo'zg'atishni doimiy (normal maydonda) sustlashni hisobga olib TEM dagi kuchlanish o'zgaras bo'lganda olingan tezlik tavsifi ma'lum bo'lsa, unda mos ravishda o'zgartgich qurilmaning o'zgargan kuchlanishdagi tashqi tavsifini quyidagicha amalga oshiriladi.

I_{dn} yoki I_{vn} tokining nominal qiymati, venteldagi kuchlanish pasayishi va ekvivalent qarshilik $Z'_e(Z_e)$ qiymatidan aniqlangan TEM dagi kuchlanish U_{dn} yoki to'g'rilangan kuchlanish U_{vn} yoki tashqi tavsif egilish burchagi ma'lum bo'lsa

$$U_{tk} = U_{to} - Z_e I_t - \Delta U_{vent} \quad (5.6)$$

yoki

$$U_{tk} = U_{to} - Z'_e I_t - \Delta U_{vent} \quad (5.7)$$

formulaga ko'ra U_{to} qiymati aniqlanadi. Keyin esa yuklama toki I_0 yoki I_B turli qiymatlarini berib ushbu formulalarga ko'ra unga mos keluvchi kuchlanish U_t mos ravishda U_d aniqlanadi.

O'zgaras tokda ishlovchi TEM li EHT harakati tezligini $V = \frac{U_d - I_d r}{CF}$ formulaga ko'ra topiladi. (5.7) formuladan foydalanib (5.5) ifodadan aniqlangan U_d qiymatini qo'yib va U_{to}/n ni TEM salt yurishidagi U_{to} kuchlanishi bilan almashtirib tezlikni olamiz, km/s

$$V = \frac{U_{to} - \frac{\Delta U_{vent}}{n} - \left(\frac{Z'_e}{n} + r \right) I_d}{CF} \quad (5.8)$$

Xususiy holatda, TEM lar parallel ulanganda $n=1$ bo'ladi, unda

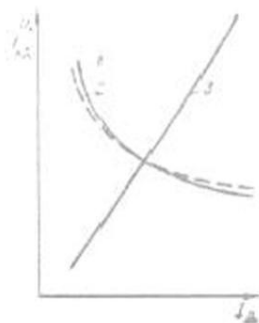
$$V = \frac{U_{to} - \Delta U_{vent} - (Z'_e + r)I_d}{CF} \quad (5.9)$$

TEMdagi nominal kuchlanish U_m harakat tezligini V_1 orqali belgilasak o'zgartgich qurilma tashqi tavsifidan aniqlanadigan to'g'rilangan kuchlanishda harakat tezligi V_2 quyidagicha bo'ladi

$$V_2 = \frac{U_{to} - \frac{\Delta U_{vent}}{n} - \left(\frac{Z'_e}{n} + r\right)I_d}{U_{dn} - I_d r} \quad (5.10)$$

Yoki TEMlar parallel ulanganda

$$V_2 = \frac{U_{to} - \Delta U_{vent} - (Z'_e + r)I_d}{U_{dn} - I_d r} \quad (5.11)$$



5.5-rasm.
O'zgartgich qurilma
tashqi tavsifining
TEM tavsifiga
ta'siri.

5-rasmda shtrix chiziq 2 bilan o'zgaras va nominal kuchlanishda, to'liq chiziq 1 bilan o'zgartgich qurilmadan ta'minlanganda TEM tavsifi ko'rsatilgan. Elektrli tortish tavsifi $F_{kd}(I_d)$ kuchlanishga bog'liq emas va o'zgarishsiz qoladi (3-liniya).

Yuqorida aytib o'tganimizdek statik o'zgartgichli TEM lar qo'zg'atish chulg'amini rezistor bilan shuntlash hisobiga qo'zg'atishni doimiy sustlashga ega. Qo'zg'atishni sustlash jarayoni odatda 3-8% ni tashkil qiladi. Shuning uchun o'zgaruvchan tok EHT TEMi to'liq qo'zg'atishda ishlamaydi, normal qo'zg'atish rejimida - $\beta = 0,97 \div 0,92$ ishlaydi.

Nazorat savollari

1. Kuchlanish o'zgarganda tezlik o'zgarish jarayoni;
2. O'zgartgich qurilma tashqi tavsifining TEM tavsifiga ta'sirini tushuntirib bering.

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

5.4. TEM kuchlanishini silliq rostlash

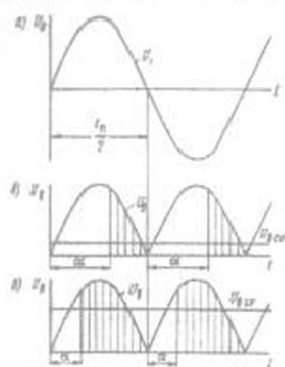
TEMga keltirilgan kuchlanishni silliq rostlash ham mumkin. Shu maqsadda boshqariluvchi yarim o'tkazgichli ventel – tiristorlaridan foydalaniladi. Boshqarilmaydigan yarim o'tkazgichli ventellardan farqli ravishda tiristorlarda ventel ochilish vaqtini qo'shimcha boshqaruvchi chiqishga impuls berish orqali rostlash mumkin. Ventel ochilguncha trans-

formator kuchlanishi TEMga berilmaydi.

Tiristor ochilgan ondan boshlab TEMlarda kuchlanish bo'ladi.

Tiristorni boshqaruvchi chiqishga ta'sir qilib yopib bo'lmaydi. U faqat kuchlanishni yoki teskari kuchlanishni qo'yish holatida yopilishi mumkin. Shuning uchun ventel yarim davr oxirigacha ochiq qoladi. Tiristor qancha kech ochilsa, TEMlar shuncha kech vaqt kuchlanish ostida bo'ladi. Bunda o'rtacha kuchlanish qiymati ham kichik bo'ladi. Ochish burchagi $\alpha = 180^\circ$ da tiristorlar umuman ochilmaydi va to'g'rilangan kuchlanish nolga teng bo'ladi. $\alpha = 0$ da esa tiristorlar boshqarilmaydigan ventel kabi ishlaydi va kuchlanish eng katta bo'ladi.

Tiristorlar ochilish burchagi α ni 180° dan 0 gacha (amalda 170° dan 10° gacha) o'zgartirib to'g'rilangan kuchlanishni, mos ravishda TEMlardagi kuchlanishni 0 dan eng katta qiymatgacha silliq rostlash mumkin.



5.6-rasm. Ventellar ochilish burchagini o'zgartirish bilan to'g'rilangan kuchlanish o'rtacha qiymatini rostlash

5.6,a-rasmda transformator ikkilamchi chulg'amida kuchlanishning vaqtga ko'ra sinusoidal o'zgarishi, 5.6.b,v-rasmlarda to'g'rilangan kuchlanish ko'rsatilgan. 180° yaqin burchakda (5.6,b-rasmga qarang) ochiq tiristorga mos keluvchi keluvchi yarim sinusoidning shtrixlangan qismi unchalik katta emas.

Mos ravishda, $\frac{\pi}{2}$ yarim davr vaqtiga ushbu maydonlar munosabati sifatida aniqlanadigan, to'g'rilangan kuchlanish o'rtacha qiymati $U_{to'rt}$ ham kichik. α burchak kamayishi bilan o'rtacha kuchlanish o'sadi. (5.6, v -rasmga qarang).

Tiristor ochilish burchagini silliq rostlab to'g'rilangan kuchlanishni silliq rostlash mumkin.

Biroq silliq rostlashda o'zgartirish qurilma quvvat koeffitsiyenti kamayadi, to'g'rilangan tok pulsatsiyasi oshadi, transformator birlamchi chulg'amida, mos ravishda kontakt tarmog'ida tok egri chizig'i shakli yomonlashadi. Natijada elektrli tortish tizimining aloqa o'tkazgichiga ta'siri oshadi.

Ushbu kamchiliklar ventel ochilishi burchagi katta qiymatlarida ko'p uchraydi. Ularni kamaytirish uchun silliq rostlashdan transformator transformatsiya koeffitsiyentining turli qiymatlariga mos keluvchi kuchlanish alohida pog'onalar orasida qo'llash maqsadga muvofiqdir.

Ochilish burchagi qiymati o'zgarmas bo'lganda tezlik tavsifi oddiy ko'rinishga ega bo'ladi.

Biroq bu holatda tavsif grafikda 0 dan rostlashning yuqori pog'onasiga mos keluvchi tavsifgacha bo'lgan ko'lamda ixtiyoriy joyda bo'lishi mumkin.

Kuchlanishning silliq rostlashdan VL80R elektrovozida foydalanilgan. Tortish transformatori ikkita tortish chulg'amiga tega. Ularning har biri ikkita parallel ulangan TEMlar ta'minoti uchun mo'ljallangan. Ikkilamchi chulg'am 3ta: ikkita 307 va bitta 615 V kuchlanishli seksiyaga bo'lingan. Ushbu chulg'amlar kuchlanishning to'rtta bir xil pog'onasini (307V, $307+307=614V$, $615+307=922V$ va $615+614=1229V$) olish imkonini beradi. Rostlashning har bir pog'onasi ko'lamida tiristorlarning ochilish burchagi 170da $10-15^\circ$ gacha o'zgarib nisbatan katta quvvat koeffitsiyentida TEM kuchlanishlarni silliq rostlashni ta'minlaydi.

VL85, VL65 va EP1 elektrovozlarida transformator chulg'aming 315, 315 va 630V kuchlanishli analogik seksiyalari qo'llaniladi.

Ushbu elektrovozlarda avtomatik rostlash tizimidan foydalaniladi. U harakat tezligini yoki tezlik o'zgarganda tokning doimiy qiymatini ushlab turadi.

Nazorat savollari

1. TEM lar kuchlanishini qanday silliq rostlash mumkin?
2. TEM lar kuchlanishini silliq rostlashning qanday kamchiligi mavjud?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [6, 8]

5.5. Statik o'zgartgichli EHT tavsiflari

Statik o'zgartgichli bir fazali – o'zgarmas tokli EHTda odatda 750-1600V kuchlanishga mo'ljallangan ketma-ket qo'zg'atishli o'zgarmas tokli TEM qo'llaniladi.

VL80T va VL80K elektrovozlari NB-418K TEMlari $\vartheta(F_\theta)$ va $F_{K\theta}(I_\theta)$ elektromexanik tavsiflari 11,a-rasmda, CHSIT va CHSI elektrovozlari AL-4442nP TEM niki 11,b-rasmda keltirilgan.

Ushbu grafiklarda kuchlanishni rostlashning yuqori pog'onasida o'zgartgich qurilmalar tashqi tavsifi keltirilgan.

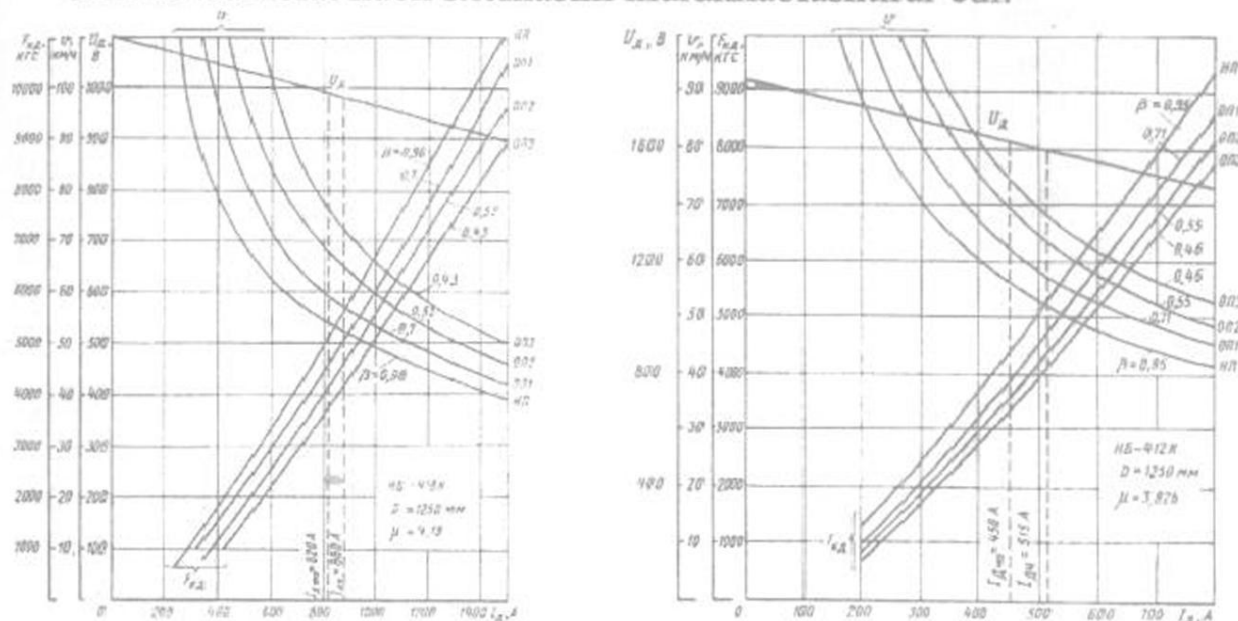
EHT energetik ko'rsatkichlari quvvat koeffitsiyenti χ va FIK η ni xarakterlaydi. To'g'rilangan tokni ideal silliqlashda transformator birlamchi chulg'amida to'g'ri burchakli shaklda bo'ladi. Transformator chulg'amida tokning bunday shakli sinusoidal tokning asosiy garmonikasiga bir necha yuqori tartibli garmonika qo'yilishi natijasi deb qarash mumkin. Ma'lumki, tok va kuchlanish asosiy garmonikalari orasidagi siljishni $\cos\varphi$ hisobga oladi. Quvvat koeffitsiyenti bundan tashqari kosinusoidal tok yuqori tartibli garmonikasi tashkil etuvchisini tarmoq va transformator chulg'ami

yuklamasiga ta'sirini ham hisobga olinadi. Uning qiymati qanday aniqlanishini ko'rib chiqaylik.

Kichikligiga qarab tez-tez qayta magnitlanishga energiya yo'qotadi.

Bundan tashqari o'zgaruvchan tok qo'zg'atish va yakor chulg'amlaridan o'tganda o'z induksiya EYUK si hosil bo'ladi va anchagina energiya o'tkazgichlar qizishiga sarflanadi. O'zgaruvchan tok bilan ta'minlangan TEM kollektorda kommutatsiya jarayoni keskin yomonlashadi va cho'tkalar ostida uchqun hosil bo'ladi. Bunga sabab qo'zg'atish chulg'ami hosil qilayotgan o'zgaruvchan magnit oqimi transformator EYUKasidir. Transformator EYUKsini kamaytirish uchun seksiyalar o'ramlari soni kamaytiriladi, qutblar sonini ko'paytirib qo'zg'atish magnit oqimi kamaytiriladi. Magnit oqimining o'zgaruvchan tashkil etuvchisini kamaytirish uchun TEM yakor zanjiriga silliqlovchi reaktor, unga parallel qo'zg'atish chulg'amiga rezistor kiritiladi (11-rasm).

Ammo bu holat kuch sxemasini murakkablashtirar edi.



11-rasm. EHT tortish, tezlik va tok tavsiflari

Yuqorida keltirilgan kamchiliklarni yo'qotish uchun hozirda elektrovozlarning o'zida o'rnatilgan to'g'rilangan qurilmasida boshqariluvchi yarim o'tkazgichlardan foydalanish asinxron yoki ventelli TEMlardan tortish maqsadida foydalanish imkonini berdi.

Xulosa sifatida shuni aytish mumkinki katta quvvatli o'zgarmas tok TEMlari minglab alohida elementlarning murakkab yig'masidir. Ushbu elementlarning ancha qismi bir-biri bilan qattiq bo'lmagan izolyatsiya bilan izolyatsiyalanishi lozim. Shu bilan birgalikda TEM elementlari yig'masi turli tebranishlarga ham chidamli bo'lishi lozim.

Nazorat savollari

1. Statik o'zgartgichli bir fazali – o'zgarmas tokli EHT da qanday TEM qo'llaniladi?
2. Statik o'zgartgichli bir fazali – o'zgarmas tokli EHT kuch sxemasini nima murakkablashtiradi?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [6, 8]

VI. POYEZD HARAKATIGA QARSHILIK

6.1. Poyezd yurishida uning harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi kuchlar

Poyezd yurishida uning harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi bir qancha kuchlar ta'sir ko'rsatadi. Lokomotiv g'ildiragi gardishiga keltirilgan ushbu kuchlarni harakatga qarshilik kuchlari deb ataladi.

U poyezd harakatlanish yo'nalishiga teskari yo'nalgan bo'ladi.

Qarshilik kuchini kamaytirish – tarkib og'irligini va harakat tezligini oshirish, yurish vaqtini kamaytirish, energiya sarfini kamaytirish kabi temir yo'l o'tkazuvchanlik va tashish qobiliyatini oshirishga olib keladi.

Harakatga qarshilik kuchlari: poyezdda W , lokomotivda W' va tarkibda W'' .

Harakatga qarshilik kuchlari asosiy va qo'shimchaga bo'linadi.

Asosiy qarshilik deb yo'lning to'g'ri va gorizontol uchastkasidagi harakatga qarshilikka aytiladi.

Qo'shimcha qarshilik poyezd qiyalikda, egri yo'lda, kuchli shamol vaqtida yurganda, joyidan qo'zg'alishida va boshqa holatlarda yuzaga keladi.

Poyezdning 1 tk og'irligiga to'g'ri keladigan harakatga qarshiligini solishtirma deb ataladi.

Poyezd, lokomotiv va tarkibning harakatga solishtirma qarshiligi, kgk/tk

$$\omega = \frac{W}{P+Q};$$

$$\omega' = \frac{W'}{P};$$

$$\omega'' = \frac{W''}{Q},$$

bu yerda P - lokomotiv og'irligi, tk; Q - tarkib og'irligi, tk.

Nazorat savollari

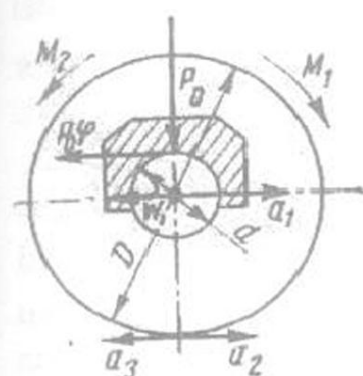
Poyezd yurishida uning harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi kuchlar qanday bo'linadi?

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7]

6.2. Poyezd harakatga asosiy qarshilik

Poyezd to'g'ri va gorizontal uchastkada harakatlanganda unga harakatlanuvchi tarkibning bir-biriga teguvchi qismlari ishqalanishidan, harakatlanuvchi tarkib va yo'lining o'zaro ta'siridan hamda havo muhitidan qarshiliklardan tashkil topgan asosiy qarshilik kuchi ta'sir qiladi.

Ishqalanish qismlari ishqalanishdan harakatga qarshilik. Ushbu qarshilik asosan o'q bo'yni podshipnikka ishqalanishi natijasida yuzaga keladi va u poyezd harakatiga umumiy qarshilikning sezilarli omillaridan biridir.



6.1-rasm. O'q bo'yinchasi va podshipnik orasidagi ishqalanish natijasida paydo bo'lgan harakatga qarshilik kuchi ta'siri sxemasi

G'ildiraklar juftligi aylantiruvchi moment M_1 ta'sirida o'q bo'yni va bo'ksa podshipniklari orasida $P_0\varphi$ ga teng ishqalanish kuchi yuzaga keladi (6.1-rasm). Bu yerda P_0 - o'q bo'ynidan yuklama, φ - sirpanish yoki tebranish ishqalanishi koeffitsiyenti. (G'ildiraklar juftligiga ta'sir qiluvchi kuchlarni ko'rib chiqqanimizda ular ta'sirini shartli ravishda bir g'ildirakka keltiramiz). $P_0\varphi$ kuchi harakatga qarshi yo'nalgan.

M_1 aylantiruvchi momentni g'ildirak markaziga qo'yilgan harakatga ko'ra yo'nalgan a_1 hamda g'ildirak va rels bir-biriga tegish nuqtasiga qo'yilgan harakatga qarshi yo'nalgan a_3 kuchlar juftligi sifatida tasavvur qilamiz.

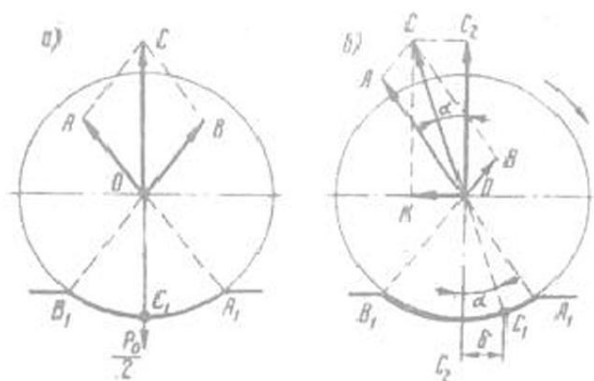
$P_0\varphi$ va a_1 kuch ta'sirida $M_2 = P_0 \cdot \varphi \cdot d / 2$ moment hosil bo'ladi. M_2 momentni W_1 va a_2 kuch juftligi sifatida ko'rish mumkin. a_2 kuch relsining gorizontal reaksiyasi bilan muvozanatlanadi, W_1 kuch esa harakatga asosiy qarshilikning bir qismidir.

$$W_1 = P_0 \cdot \varphi \cdot d / D.$$

Ushbu holatda P_0 va D qiymatlari nisbatan doimiy, shuning uchun qarshilik kuchi W_1 moylash vositasi sifati, atrof- muhit harorati, harakat tezligi va podshipnikning o'q bo'yniga solishtirma bosimiga bog'liq bo'lgan ishqalanish koeffitsiyenti φ ga bog'liq bo'ladi.

Ishqalanish koeffitsiyenti φ ni kamaytirish maqsadida rolikli podshipnikdan yanada ko'proq foydalanish ortib bormoqda. Bundan tashqari qishda qovushqoqligi kam moylov vositalaridan foydalaniladi, ushbu vositalarda harorat pasayishida qovushqoqli deyarli o'zgarmaydi.

Harakatga asosiy qarshilik oshishiga ulash asboblarida hosil bo'ladigan ishqalanish ham ta'sir ko'rsatadi.



6.2- rasm. G'ildirak va rels orasida tebranish ishqalanishidan yuzaga keladigan harakatsiz (a) va harakatlanayotgan g'ildirakda harakatga qarshilik kuchi hosil bo'lish sxemalari

uchastka) va relsda reaksiya paydo bo'ladi. G'ildirakning relsga bosim kuchi $P_0/2$ ga teng bo'lgan relsning harakatsiz g'ildirakka teng ta'sir qiluvchi reaksiyasi OS yuqoriga yo'nalgan. Bu shu bilan tushuntiriladiki, ushbu kuchning $A_1C_1B_1$ uchastkaga ta'sir qiluvchi OA va OV kuchlar teng hamda vertikal o'qqa nisbatan simmetrik joylashgan. Relsning teng ta'sir qiluvchi reaksiyasi OS bandajning relsga tegish nuqtasi C_1 ga qo'yilgan.

G'ildirakning rels bo'ylab harakatlanishida rels reaksiyasini qo'yish nuqtasi C_1 vertikal o'qqa nisbatan g'ildirak harakati yo'nalishga ko'ra biroz burchak α ga ko'chadi (6.2,b-rasm). Bu shu bilan izohlanadiki, harakatlanuvchi tarkib harakatida tebranish ishqalanishi qarshiligidan tashqari g'ildirak va rels orasida sirpanish ishqalanishi qarshiligi paydo bo'ladi. U lokomotiv va vagonlar harakatlenganda g'ildiraklar juftligi yonboshiga ko'chishi natijasida paydo bo'ladi. Sirpanish ishqalanishidan qarshilik g'ildiraklar juftligi buksalari oraliqlari kattalashishi bilan ortadi va ulash asboblari taranglashishidan kamayadi. Vagonlar tik qiyalikka chiqishda ularning yonboshiga tebranishi kam, pastga tushayotganda esa tebranish ko'payib ketadi.

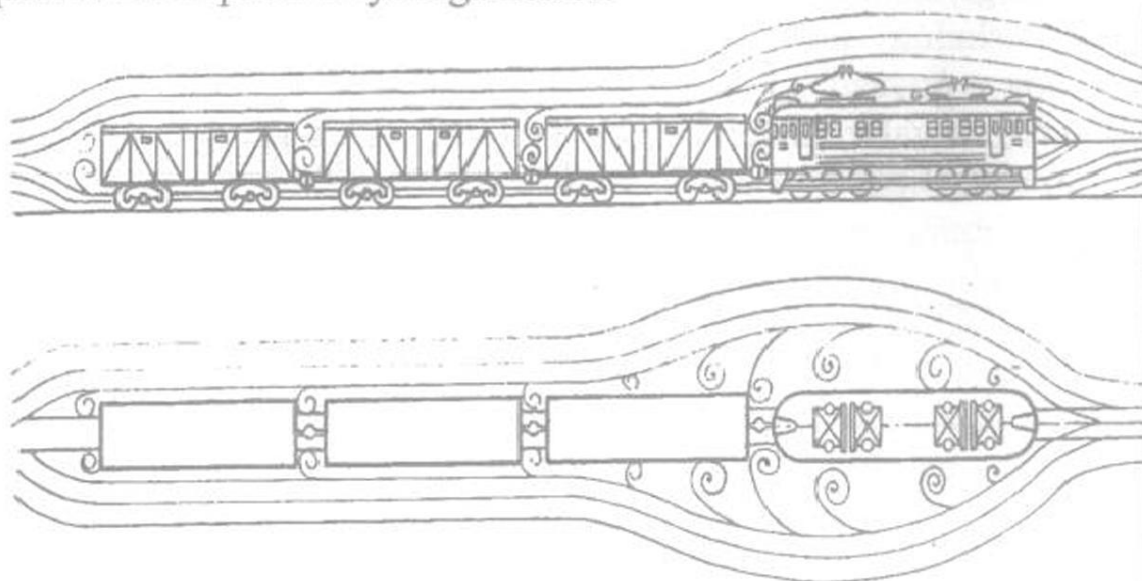
Harakatlanuvchi tarkib harakatida yo'lning yuqori qismi g'ildiraklar juftligi zarbalari ta'sirida deformatsiyalanishi, g'ildirak dumalash yuzasi o'yiqli joylari va yo'l notekisligidan qo'shimcha qarshilik paydo bo'ladi.

EXT harakati relsdagi bo'g'inlar, g'ildirak bandajlari yemirilgan joylari mavjudligi va yo'l notekisligi sababli zarbalar bilan yuz beradi. Zarbalar sababli poyezd kinetik energiyasi kamayadi. Ushbu qarshilik qiymati relslar orasidagi oraliqqa bog'liq bo'ladi. Zarbalardan qarshilik relslar uzunligi oshganda tutashishi joylardagi oraliq kamayganda, rels yo'llari va g'ildiraklar bandaji yaxshi holatda kamayadi.

Harakatlanuvchi tarkib va yo'l o'zaro ta'siridan qarshilik. G'ildirakning rels bo'ylab harakatlanishida ular orasida tebranish va sirpanish ishqalanishlari yuzaga keladi. Tebranish ishqalanishi bandaj va rels qisilishi, rels egilishi, g'ildirak, rels, shpal va ballastlar tutashish yuzalari ishqalanishlari hosil bo'ladi. $P_0/2$ (6.2, a-rasm) yuklama ta'sirida rels egilishi yuzaga keladi va g'ildirak relsga ezib kirgandek bo'ladi ($A, C, B,$

Uzunligi 800 m bo'lganda (ya'ni tutashmasiz yo'lda) zarbalardan qarshilik deyarli yo'q.

Havo muhiti qarshiligi. Poyezd harakatlanganda go'yoki atmosferaga uriladi, oldindagi havo qatlamini zichlaydi va uni alohida oqimlarga ajratadi (6.3-rasm). Natijada poyezd havo qarshiligini "his" etadi. Qarshiliklar: EXT ro'parasidan zichlangan havo bosimidan yuzaga keluvchi *tik*; oxirgi vagon orqa devori ortida havo siyraklashishi natijasida paydo bo'luvchi *ortdagi*; vagonlar orasida havo oqimidan paydo bo'luvchi *vagonlaro* bo'lishi mumkin. Bundan tashqari EXT yuzasiga havo ishqalanishidan qarshilik yuzaga keladi.



6.3-rasm. Harakatlanayotgan poyezdning havo oqimi bilan qoplanish sxemasi

Havo muhiti to'liq qarshiligi yuqorida keltirilgan qarshiliklar yig'indisidan iborat. U harakat tezligiga, shakliga, EXT o'lchamlariga, uning yuzasi tuzilishiga bog'liq bo'ladi. Poyezd eshiklari, lyuklari va vagonlar eshiklari ochiq bo'lsa havo muhiti qarshiligi oshadi.

Nazorat savollari

1. Poyezd harakatiga asosiy qarshilik nimalardan tashkil topadi?
2. Ishqalanish qismlari ishqalanishdan harakatga qarshilik nimaga teng?
3. Harakatlanuvchi tarkib va yo'l o'zaro ta'siridan qarshilik qanday yuzaga keladi?
4. Havo muhiti qarshiligi nima?

Tavsiya etiladigan adabiyotlar: [5, 6, 7, 11]

VII. POYEZD TORMOZLASH KUCHLARI

7.1. Poyezd tormozlash kuchlari

Mexanika nuqtai nazaridan tormozlash jarayoni boshqariladigan kuchlar yordamida harakatga qarshilikni sun'iy ravishda oshirish bo'lib, unda harakat tezligi kamayadi yoki poyezd pastlikka tushayotgan bo'lsa harakat tezligi turg'unlashadi.

Energetika nuqtai nazaridan tormozlash jarayoni poyezd kinetik yoki potensial energiyasining boshqa turdagi energiya aylanishi tushuniladi.

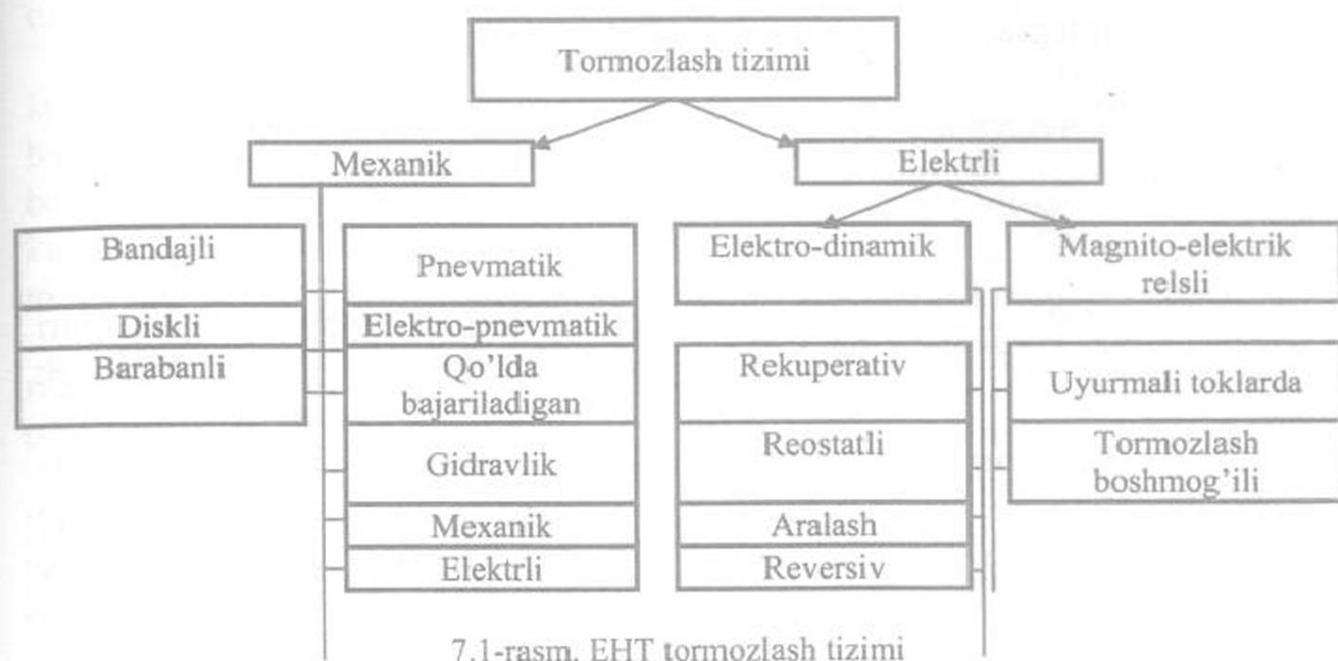
Tormozlashning mexanik va elektr tizimlari mavjud. Mexanik tormozlashda poyezd kinetik yoki potensial energiyasi o'zaro ishqalanuvchi yuzalar yemirilishiga va ularning qizishiga sarf qilinadi. Elektr tormozlashda poyezd kinetik yoki potensial energiyasi elektr energiyaga aylantiriladi, keyin esa harakatlanuvchi tarkib rezistorlarida issiqlik shaklida ajralib atrof muhitga tarqaladi, yoki kontakt tarmog'iga qaytariladi. Elektr tormozlash birinchi holatda reostatli. Ikkinchi holatda esa rekuperativ bo'ladi. Quyidagi rasmda EHTning mavjud turlarida qo'llaniladigan tormozlash tizimi sinflanishi keltirilgan.

Elektromagnit tormoz harakatlanishi elektromagnit va relsdan tashkil topgan tormoz boshmog'i orasidagi elektromagnitli tortishga asoslangan. Tormoz kuchi ushbu holatda tormoz boshmog'i relsga ishqalanishi hisobiga hosil bo'ladi. Tormoz boshmog'li tizimdan tashqari elektromagnitli tormozlashda ishqalanuvchi yuza bo'lmasligi ham mumkin. Ushbu tormozda tormoz kuchi relsga (agar diskli tormozlash qo'llanilgan bo'lsa diskka) keltirilgan uyurma toklar va elektromagnitning magnit oqimi o'zaro ta'siriga asoslangan bo'ladi. Ushbu holatda uyurma toklari rels yoki disk qizishiga olib keladi. Shu taxlitda elektromagnitli tormozlashda tormozlash energiyasi issiqlik shaklida ajraladi.

Elektr tormozlashga umumiy talablar. EHT kontakt tarmog'idan ta'minlanganda tormozlash rejimida elektromotoring asosiy ijobiy xossasidan – uning teskari yo'nalishida ishlashidan foydalanish imkoni mavjud. Tormozlash rejimida EHT elektr motorlari generator rejimiga ishlashga o'tadi va poyezdning kinetik va potensial energiyasini elektr energiyaga o'tkazadi. Olingan elektr energiyani ishlatish usuliga ko'ra elektr tormozlash reostatli (elektr energiya EHT reostatlari qizishiga sarflanadi), rekuperativ (elektr energiya kontakt tarmog'iga qaytadi) va aralash (elektr energiya kontakt tarmog'iga qaytadi, ammo istemolchi bo'lmaganda elektr energiya ballast rezistorlarda so'ndiriladi) ga bo'linadi.

Elektr tormozlashning asosiy afzalligi tormozlashning qo'shimcha tizimi mavjudligi sababli poyezd harakatlanish xavfsizligi oshishidir.

Bundan tashqari uzun pastga tushishlarda harakat tezligi oshishi, g'ildiraklar juftligi bandajlari yemirilishi va ommaviy tormozlash joylarida (yirik shaharlar shahar atrofi uchastkalarida odamlarni qabul qilish platformalarida) yo'lining ifloslanishi kamayishi imkoniyatlari mavjud. Elektrli tormozlashda tormoz kuchini rostdashni avtomatlashtirish imkoniyati mavjud. Yuqori tezlikli harakatlanuvchi tarkibda elektrli tormoz yuqori tezlik zonalarida tormoz kuchi yuqori qiymatini ta'minlaydi. Elektr tormozlash kamchilik – EHT qurilmalarini murakkablashishi va tortuv yuklamasi o'sishidir.



7.1-rasm. EHT tormozlash tizimi

Elektrli tormozlash tizimiga quyidagi talablar qo'yiladi:

- Mexanik chidamlilik (tormoz tavsiflari uzun pastga tushishlarda doimiy tezlikni va TEM ishonchli ishida g'ildiraklarni rels bilan ishonchli ilashishi ta'minlanadigan ko'lamda to'xtashgacha tormozlashni ta'minlashi lozim);
- Elektr chidamlilik (tizimning muvozanat holatidan chiqishida (masalan, kontakt tarmog'i kuchlanishi keskin o'zgarganda) u qisqa vaqtda TEM va g'ildiraklar juftligi zararlanmasdan oldin turg'un holatga qaytishi lozim);
- TEM tavsiflari va g'ildiraklar juftligi diametri farq qilganda parallel shoxobchalarda toklar farqi minimal bo'lishi;
- tormozlash jarayonini boshqarishda yuqori ishonchlilik va qulaylikni ta'minlashishi, ushbu jarayonni avtomatlashtirish imkoniyati.

Nazorat savollari

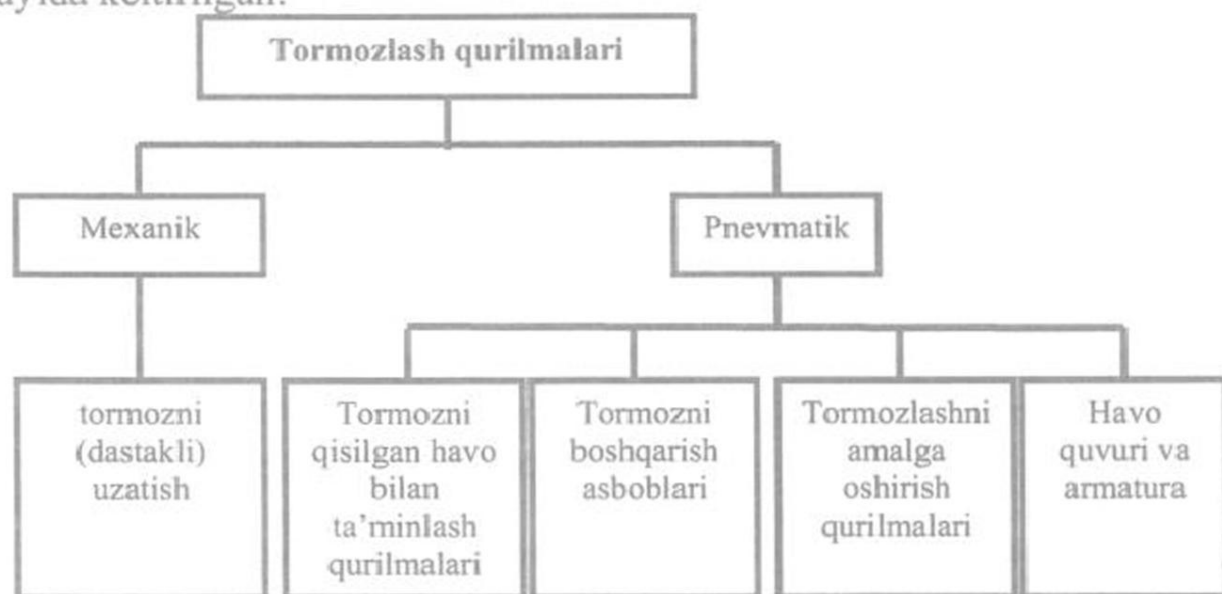
1. Tormozlashning qanday tizimlari mavjud?
2. Mexanik tormozlashda poyezd kinetik yoki potensial energiyasi qanday sarf qilinadi?
3. Elektr tormozlashda poyezd kinetik yoki potensial energiyasi qanday sarf qilinadi?
4. EHTning mavjud turlarida qo'llaniladigan tormozlash tizimi sinflanishini keltiring.
5. Elektr tormozlash tizimiga qo'yiladigan talablarni keltiring?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [5, 6, 7, 12, 13]

7.2. Tormoz tizimi asosiy uzellari turlari

Elektrli harakatlanuvchi tarkibning tormozlash qurilmalari jihozlari qisilgan havo yordamida ishlovchi pnevmatik va richagli, ya'ni, mexanik turlarga bo'linadi.

Pnevmatik tormozlash qurilmalari o'z navbatida quyidagilarga bo'linadi: tormozni qisilgan havo bilan ta'minlash qurilmalari; tormozni boshqarish asboblari; tormozlashni amalga oshirish qurilmalari; havo quvuri va tormoz armaturasi. Tormozlash qurilmalari sinflanish sxemasi quyida keltirilgan.



7.2-rasm. EHT tormozlash qurilmalari

Tormozni qisilgan havo bilan ta'minlash asboblari quyidagilar kiradi: kompressorlar; saqlovchi klapanlar; bosimni rostlagichlar; moy

ajratgichlar; bosh rezervuarlar; havo sovutgichlar.

Tormozlarni boshqarish asboblari: mashinist krani; yordamchi tormoz krani; tormozni blokirovkalash qurilmasi; ikkilangan tortish krani; avtostop klapanlari; havo chiqib ketishini signallashtirgichlar; tormoz magistrali holatini nazorat qilish datchiklari; manometrlar kiradi.

Tormozlashni amalga oshirish asboblari guruhiga: havo taqsimlagichlar; avtorejimlar; zahira rezervuarlar; tormoz silindrlari kiradi.

Havo quvuri va tormoz armaturasiga: magistrallar quvur o'tkazgichlari; kranlar; ulash moslamalari; moy va nam ajratgichlar; filtrlar va chang tutgichlar kiradi.

EHTni elektropnevmatik tormoz bilan jihozlanganda ta'minot qurilmalariga elektr energiya manbalari (statik preobrazovatellar, akkumulyator batareyalari, boshqaruv va nazorat elektr zanjirlari va boshqalar), boshqaruv asboblari esa – kontroller, boshqaruv bloki va boshqalar kiritiladi. Mos ravishda armatura: klemma qutilari, elektr kontaktlarini ulash moslamalari, signallovchi chiroqlar va boshqalar kiritiladi.

Tormoz qurilmalaridan foydalanish jarayonida uzluksiz takomillashtirilib borilganligi sababli bir seriyadagi EHT larda turli o'ziga xos o'zgarishlar bo'lishi mumkin.

Lokomotiv va vagonlarning tormoz qurilmalarining asosiy farqi lokomotivlarda tormozlash qurilmasining barcha asboblari (ta'minot, boshqaruv, tormozlash va boshqalar) qo'llanilsa, vagonlarda faqatgina tormozlashni amalga oshirish asboblari qo'llaniladi.

Tormoz komressori ishi. Kompessorlar poyezd tormozlash tarmog'i va elektropnevmatik kontaktorlar, qum to'kkichlar, signallar, qor tozalagichlar va boshqa yordamchi apparatlarni qisilgan havo bilan ta'minlash uchun xizmat qiladi.

Temir yo'l harakatlanuvchi tarkiblarida qo'llaniluvchi kompressorlar quyidagicha bo'linadi:

1. Silindrlar soniga ko'ra: bir silindrli; ikki silindrli; uch silindrli.
2. Silindrlar joylashishiga ko'ra: gorizontali; vertikal; W – simon; V – simon;
3. Havoni qisish pog'onasiga ko'ra: bir pog'onali; ikki pog'onali;
4. yuritma turiga ko'ra: elektr motorli yuritmali; dizelli yuritmali.

Kompressor turini EHT turidan kelib chiqib tanlanadi. Kompessorlar poyezdda maksimal qisilgan havo ishlatilganda va yo'qotishda uni qisilgan havo bilan to'liq ta'minlab berish kerak. Kompessor qizib ketishini oldini olish uchun uning ishlash rejimi qaytariluvchi – qisqa vaqtli qilib o'rnatiladi. Bunda kompressor yuklamaga ulanishi 50% dan ko'p bo'lmagan va 10 daqiqagacha davriy qilib o'rnatiladi. Ikki pog'onali kompressor 45

daqiqagacha va bir pog'onali kompressor 15 daqiqagacha uzluksiz ishlashiga ruxsat etiladi. Faqat 2 soat davomida 1 marta ishlatish mumkin.

Kompressor turlari va ularning qo'llanilishi

2-jadval.

Kompressor shartli belgilanishi	Kompressor turi	Qo'llanilish joyi
E-400	Ikki silindrli, gorizontaal, bir pog'onali	SR, SR3, ER1 do №68.
E-500	Ikki silindrli, gorizontaal, sovutishli ikki pog'onali	VL19, VL22m, VL23, VL60.
KT6El	Uch silindrli, vertikal, sovutishli ikki pog'onali	VL8, VL10, VL60, VL80, VL82, VL82m, VL11, VL15, VL85
EK-7B	Ikki silindrli, gorizontaal, o'zgarimas tok elektromotorli bir pog'onali	ER2, ER1 s №69, ER22.
EK-7V	Ikki silindrli, gorizontaal, o'zgaruvchan tok elektromotorli bir pog'onali	ER9P, ER2R, ER2T, ER22, ER22M, ET2, ED2T, ED4, ED9T, ER200.
K-1 "Kovapol"	Ikki tsilindrli differensial porshenli	CHS1, CHS3, CHS4 do №88, CHME2
K-2	Uch silindrli, vertikal, ikki pog'onali	CHS2, CHS2T, CHS4, CHS4T, CHS6, CHS200, CHS4 s №89, CHME3, CHME2 s №211.

Qo'llaniladigan kompressorlar texnik ma'lumotlari

3-jadval.

Tavsif elementlari	Belgilanishi					
	E400	E500	KT6el	EK-7B (EK-7V)	K-1	K-2
Nominal uzatish, m ³ /daqqa		1,75	2,75	0,62 (0,58)	2,0	2,63
Tirsakli val aylanish chastotasi, ayl/daqqa		200	440	560 (540)	700	720
Bosim, MPa		0,9	0,9	0,8	0,8	0,9
Silindrlar joylashishi	G	G	W	G	V	W
Silindrlar soni: umumiy	2	2	3	2	2-d	2
Birinchi pog'ona	2	1	2	2	2	1
Ikkinchi pog'ona	-	1	1		2	1
Birinchi pog'ona		245	198	112	155	155
Ikkinchi pog'ona	-	140	155	-	125	125
Porshen yurishi, mm		225	144 i 146-1st 153-2st	92	100	120
Kompressor massasi, kg: umumiy		670	630	118*	220	360

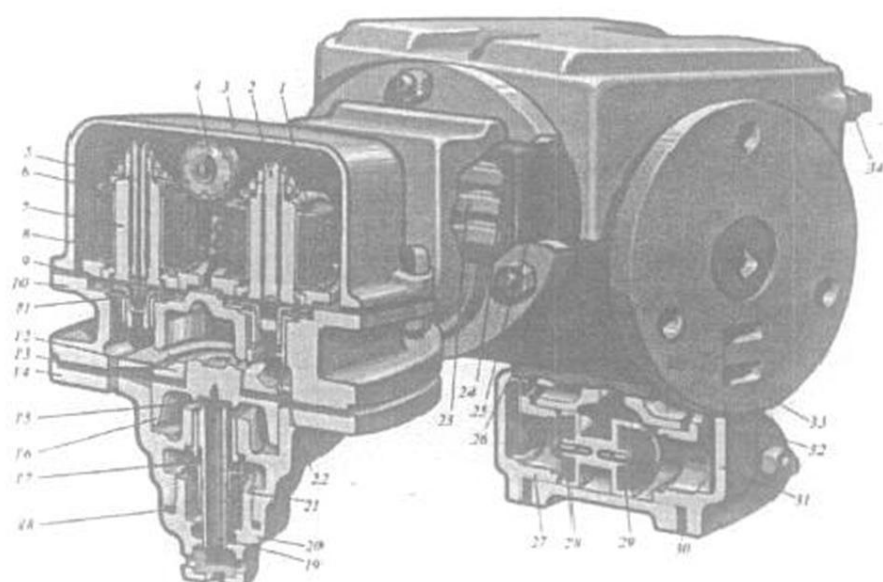
Havo taqsimlagich ishi. Havo taqsimlagichlar temir yo'l harakatlanuvchi tarkiblari pnevmatik tormozlashining asosiy jihozi bo'lib, poyezdlar harakatlanish xavfsizligi oshishiga, yo'l o'tkazuvchanlik qobiliyati o'sishiga yordam berishi va foydalanishning turli xil sharoitlarida xatosiz ishlashi lozim. Shu sababli havo taqsimlagichlarga quyidagi talablar qo'yiladi.

1. Tormoz to'liqini tarqalish tezligi 250 m/s dan kam bo'lishi mumkin emas;
2. Bir yoki bir necha tormoz silindrlari to'lishi va xizmat va shoshilinch tormozlashda uning maksimal bosimi tormoz silindrlari hajmi va tormoz magistrali zaryadlash bosimiga bog'liq bo'lmasligi kerak;
3. Havo taqsimlagichlar tormoz silindridan chiqib ketgan havo va tormozlash jarayonida zahira rezervuarni avtomatik tarzda to'ldirishi lozim;
4. Pog'onali pastga tushish (tog'dan yoki balandlikdan) rejimida ko'p marta tormozlashdan so'ng tormoz magistralidagi havo bosimi maksimalning kamida 85% ini tashkil etishi lozim;
5. Pog'onasiz tashishda (tekislikda) xizmat tormozlashini amalga oshirgandan so'ng va tormoz magistrali bosimi 0,1-0,2 kgk/sm² dan oshgandan so'ng havo taqsimlagich to'lig'icha qo'yib yuborishi lozim.
6. Havo taqsimlagich atrof-muhit harorati - 60°S dan +60°S gacha bo'lganda normal ishlashi lozim;
7. Buzilmasdan ishlash ehtimoli 95% dan kam bo'lmagan holatda remontsiz ishlash muddati kamida uch yil bo'lishi lozim;
8. Havo taqsimlagich konstruksiyasida uni tayyorlash va undan foydalanish jarayonini soddalashtirish maqsadida imkon darajasida o'zaro almashuvchi detal va qismlar bo'lishi lozim.

Bundan tashqari havo taqsimlagich maqsadiga ko'ra unga bir qator qo'shimcha talablar qo'yiladi:

Yo'lovchi turidagi havo taqsimlagichda quyidagilar bo'lishi lozim:

1. Ikki rejim – normal uzunlikdagi va uzun tarkiblar uchun;
2. Shoshilinch tormozlashni amalga oshirish uchun tezlatgich bo'lishi lozim;
3. Havo taqsimlagichni to'g'ri harakatlanuvchi turdagi elektropnevmatik tormozlash tizimida qo'llanilishi imkoniyati bo'lishi lozim;
4. Magistralda bosim kamayishi minimal qiymati 0,3 kgk/sm² bo'lishi lozim;
5. Magistral bosimi daqiqada 0,4 kgk/sm² tezlik bilan kamayganda havo taqsimlagich ishlab ketmasligi lozim.



7.3-rasm. EHT tormoz tizimi havo taqsimlagichi:

1-yarmo; 2, 5 – vintlar; 3 – qopqoq; 4 – to'g'rilash klapani (diod); 6 – g'altak karakasi; 7 – g'altak o'zagi; 8 – g'altak; 9 – metall diagfargma; elektr qism korpusi; 11, 22 – yakor; 12, 16 – qisqichlar; 13 – rezina diagfragma; 14 – rele korpusi; 15 – atmosfera klapani; 17 – ta'minot klapani; 18 – rezina qo'yilma; 19 – manjet; 20 – pastki qopqoq; 21 – prujina; 23 – elektr kontakti; 24 – kontakt kolodkasi; 25 – qo'yilma; 26 – kamera; 27, 31 – qayta ulash klapani qismi; 28, 29 – zichlagich; 30 – qo'yilma; 32 – qayta ulash klapani; 33 – flanets; 34 – shpilka.

Yuk tashuvchi turidagi havo taqsimlagichda quyidagilar bo'lishi lozim:

1. Havo chiqarishning ikki rejim – pog'onasiz (tekislikda) va pog'onali (tog'da);
2. Vagon yuklanishiga ko'ra (bo'sh, o'rta va to'liq yuklangan) qo'lda yoki avtomatik boshqariladigan uch rejim;
3. Magistralda bosim kamayishi minimal qiymati $0,3-0,5 \text{ kgk/sm}^2$ bo'lishi lozim;
4. Magistral bosimi daqiqada $0,2-0,5 \text{ kgk/sm}^2$ tezlik bilan kamayganda havo taqsimlagich ishlab ketmasligi lozim.
5. Yuk poyezdi og'irligi 10 000 t bo'lganda havo taqsimlagich maksimal ko'ndalang zo'riqishi 200 tk ni ta'minlab berishi lozim.

Elektrli havo taqsimlagich № 305-000 ikki o'tkazgichli elektropnevmatik tormoz bilan jihozlangan lokomotiv tortishli yo'lovchi poyezdlarida qo'llaniladi.

Nazorat savollari

1. Tormoz tizimi asosiy uzellarini sanab bering?
2. Tormozni qisilgan havo bilan ta'minlash asboblari sanab bering.
3. Tormozlarni boshqarish asboblari kiruvchi elementlarni sanab bering.

4. Tormozlashni amalga oshirish asboblari guruhiga kiruvchi elementlarni sanab bering.
5. Havо quvuri va tormoz armaturasiga kiruvchi elementlarni sanab bering.
6. Temir yo'l harakatlanuvchi tarkiblarida qo'llaniluvchi kompressorlar qanday bo'linadi?
7. Kompressor turlari va ularning qo'llanilishini keltiring.
8. Qo'llaniladigan kompressorlar texnik ma'lumotlarini keltiring.
9. Havо taqsimlagichlarga asosiy talablar nimalardan iborat?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [1, 16, 17, 18]

7.3. Poyezd tormozlash magistrali ishining o'ziga xosligi

Tormoz samaradorligini tekshirish. Tormoz samaradorligini tekshirishning ikki: to'liq va qisqa turi mavjud. To'liq tekshirishda tormoz magistrali holati, tormoz tarmog'i zichligi, barcha vagonlardagi tormozlar harakati tekshiriladi, tormoz kolodkalari bosilishi va qo'l tormozlari soni sanaladi. Uzoq cho'zilgan tushishlarda to'liq tekshirishni 10 daqiqa tormozlangan holatni ushlab turish orqali tekshiriladi.

Qisqartirilgan tekshirishda esa oxirgi vagon tormozi harakteriga ko'ra tormoz magistrali holati tekshiriladi.

To'liq tekshirishni: tarkiblarni shakllantirish bekatlarida poyezd jo'nashidan oldin, lokomotiv smenasi topshirilgandan so'ng, motor vagon poyezdi depodan yoki uzoq vaqt turib qolgandan so'ng amalga oshiriladi.

Elektropnevmatik tormozlarni to'liq tekshirishni tarkiblarni shakllantirish bekatlarida poyezd jo'nashidan oldin va yo'lovchi poyezdlari qaytishida, lokomotiv smenasi topshirilgandan so'ng, motor vagon poyezdi depodan yoki uzoq vaqt turib qolgandan so'ng amalga oshiriladi.

Qisqartirilgan tekshirishini: tarkibga lokomotivni ulagandan so'ng, agar bekat tarmog'ida yoki lokomotivda to'liq tekshirish o'tkazilgan bo'lsa, motor – vagon poyezdi boshqaruv kabinasi almashgandan so'ng va lokomotivni poyezddan ajratmasdan lokomotiv jamoasi almashsa, ulash quvurlari ixtiyoriy ajratilgandan so'ng, tarkib oxirgi krani yopilgandan so'ng, yo'lovchi poyezdlari bekatda 20 daqiqadan ortiq turib qolsa, bosh rezervuarlarda bosim tushishi $5,5 \text{ kgk/sm}^2$ dan kamayib ketsa, lokomotiv boshqaruvi ikkinchi mashinistga berilgandan so'ng, tormoz tarmog'i zichligi 20% dan ko'p o'zgarsa amalga oshiriladi.

Poyezdlarni yo'lda yurishda tekshirish orqali aniqlangan asosiy nosozliklar
4-jadval

Qurilma va asboblarning nomlanishi	Nosozlik	Nosozlikni tuzatish tadbirlari
Tormoz (tarmog'i) magistrali	Bosh rezervuarlarda bosim tushish vaqti me'yordan kamligi. Poyezd boshi va oxirida tormoz magistralidagi havo bosimi orasidagi katta farq	Havo chiqib ketishi oldini olish. Havo quvurlari, tormoz asboblari, rezervuarlarni, kameralar, oxirgi kranlarni mustaxkamlash
Mashinistning havo taqsimlash krani	Tormoz pog'onalarida poyezd alohida tormozlarini o'z-o'zidan qo'yib yuborilishi.	Havo taqsimlagich flantsini mahkamlash yoki uni almashtirish
	Tormozlarni tekshirishda poyezd bosh qismida tekislik rejimida havo taqsimlagichlar guruhini o'z-o'zidan havo qo'yib yuborishi	Tormozlashni pog'onalarini magistral bosimini 0,7-0,8 kgk/sm ² ga kran dastagini IV ga qo'yishdan oldin VA ga qisqa vaqt qo'yish orqali pasaytirish
	Mashinist krani dastagi I holatdan II holatga o'tishda yoki magistral o'ta zaryadlanishdan normalga o'tishida poyezdning o'z-o'zidan tormozlanishi	Kran dastagini I holatdan II holatga sekin o'tkazish (2-3 soniya). Tenglashtiruvchi rezervuardagi bosimni pasaytirish stabilizatorini 80-120 soniyada 2 kgk/sm ² rostlash. O'z-o'zini tormozlashni olib keluvchi asboblarni aniqlash va ularni o'chirish
	Poyezd joyidan qo'zg'alishida va yurish vaqtida o'z-o'zidan tormozlanish	Tormoz magistralidan tarkib cho'zilganda yoki qisilganda havo chiqib ketishini yo'qotish

Tormoz yo'lini hisoblash. Tormozlash yo'li – tormoz ishga tushirilgandan so'ng poyezd to'liq to'xtaguncha yoki tormoz qo'yib yuborilguncha bosib o'tgan yo'l. Xizmat, tezkor va avtostop tormozlash yo'llari farqlanadi.

Tezkor tormozlash. Hisoblarda tormoz yo'lini tayyorgarlik va haqiqiy tormozlash yo'li yig'indisiga teng deb olinadi, m:

$$S_T = S_p + S_x, \text{ bu erda } S_p = \frac{vt_p}{3,6} - \text{tayyorgarlik tormozlash yo'li, m; } v -$$

tormozlash momentida poyezd tezligi, km/s; t_p – tormozlarning xarakatlanishga tayyorgarlik vaqti, s.

Tormozlarning tayyorgarlik vaqtini aniqlash uchun quyidagilarni bilish lozim:

i_T – tormozlash amalga oshirilgan to'g'rilangan element tikligi, ‰.

φ_{KR} – tormoz kolodkalari ishqalanish koeffitsiyenti:

cho'yan kolodkalarda $\varphi_{KR} = 0,27 - \frac{v+100}{5v+100}$;

fosfori oshirilgan cho'yan kolodkalarda $\varphi_{KR} = 0,30 - \frac{v+100}{5v+100}$;

kompozitsion kolodkalarda $\varphi_{KR} = 0,36 - \frac{v+150}{2v+150}$.

v_x - poyezd tormoz kolodkasi.

Haqiqiy tormoz yo'li hisobiy intervalda poyezd harakatining o'rtacha tezligi uchun tormoz yo'llari yig'indisi sifatida aniqlanadi. Tezlik hisobiy intervali 10 km/s dan ko'p olinmaydi:

$S_H = \sum \frac{4,17(v_B^2 - v_O^2)}{b_T + \omega_{OX} \pm i_T}$, bu yerda v_B, v_O - tezlikning hisobiy intervalida

qabul qilingan poyezd harakati boshlang'ich va oxirgi tezligi, km/s;
 $b_T = 1000\varphi_{KP}v_H$ - hisobiy intervalda o'rtacha tezlikda solishtirma tormoz

kuchi, kgk/ts; $\omega_{OX} = \frac{\omega_0^*Q + \omega_x P}{Q + P}$ - poyezd harakatiga solishtirma qarshilik,

kgk/ts; ω_0^* - tarkib harakatiga asosiy solishtirma qarshilik, kgk/ts.

$\omega_x = 2,4 + 0,0011v + 0,00035v^2$ - lokomotiv salt yurishida harakatga asosiy solishtirma qarshilik, kgk/ts.

Tezlikning alohida intervallar uchun aniqlangan S_x va S_p qiymatlariga ko'ra tezkor tormozlashda poyezdning to'liq tormozlash yo'li S_T topiladi.

Xizmat tormozlashi. To'liq xizmat tormozlash qo'llanilgan holatida tormozlash yo'li tezkor tormozlashda ko'rsatilgan uslubda topiladi, biroq bunda poyezd hisobiy tormozlash koeffitsiyenti uning to'liq hisobiy qiymati 0,8 ga teng qabul qilinadi.

Avtostop tormozlashi. Poyezdni avtostop yordamida tezkor tormozlashda EPK-150 da vaqt ushlab kamerasi mavjudligi sababli tayyorgarlik yo'li tormozlar tayyorgarlik vaqti hisobiy vaqtdan 12 s kattaroq bo'lishi shartidan kelib chiqib aniqlanadi.

Haqiqiy tormozlash yo'li tezkor tormozlashdagi uslubda amalga oshiriladi.

Nazorat savollari

1. Tormoz samaradorligini tekshirishning qanday turlari mavjud?
2. Tormoz samaradorligini tekshirishning to'liq va qisqartirilgan turlarini amalga oshirish yo'lini ko'rsating.
3. Poyezdlarni yo'lda yurishda tekshirish orqali aniqlangan asosiy nosozliklar va ularni bartaraf etish yo'llari.
4. Tezkor tormozlashni hisoblash usuli.

5. Xizmat tormozlashini hisoblash usuli.
6. Avtostop tormozlashini hisoblash usuli.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [1, 16, 17, 18]

7.4. Harakatlanish davrida poyezd tormozini boshqarishning o'ziga xosligi

Lokomotiv va motor vagonli tarkiblar tormoz qurilmalarini tayyorlash va tekshirish

5-jadval

Tekshirish obyekti	Nima tekshiriladi	Texnik talab
1	2	3
Tormoz qurilmalari	Manometrlarni nazorat tekshiruv sanasi. Kranlar holati, asboblar ishga tushish rejimlari, ulovchi shlangalar, asboblar, quvur o'tkazgichlar va kompressorlar mahkamlanishi	Havo taqsimlagichlar va ularning rejimli qurilmalarini ishga tushishi. Barcha mahkam lash qurilmalari qotirish, shlangalardagi yaroqsiz zichlovchi xalqalarni almashtirish
Tormozlash richagli uzatma	Richagli uzatma va uning saqlovchi qurilmalari, kolodkalar yemirilishi va ishlash holatini tekshirish va rostlash	Tormoz kolodkalari qalinligi magistral lokomotivlarida 15 mm, manyovr lokomotivlarida 10 mm, tez yurar lokomotivlarda 25 mm bo'lishiga ruxsat etiladi. Tez yurar lokomotivlarda tormoz kolodkasi bandaj tashqi yuzasiga 10 mm dan ortiq chiqishiga ruxsat etilmydi. Qo'l tormoz erkin harakatlanishi, vint moylangan bo'lishi lozim
Rezervuar va moy ajratgichlar	Xomutlarni mahkamlash va rezervuarlarni puflash	Xomutlarni tortish. Rezervuarlarni suv chiqarish kranlari orqali puflash
Kompressor	Karterda moy darajasi	E-400 va E-500 kompressorlarda yuqori moy quyish teshegidan 15 mm dan past emas
Bosim rostlagich	Kompressorlar avtomatik ishga tushishi va o'chishi (bosim darajasi)	Rostlash darajasi texnik xujjatlarga mos ravishda amalga oshiriladi.
Mashinist krani	Poyezd holatida bosimni ushlab turishga kranni rostlash. Rezervuar tenglashtiruvchi zichligini tekshirish. Stabilizatorni rostlash	Tenglashtiruvchi rezervuarda bosim pasayishi 4 holatda 3 daqiqada 0,1 kgk/ms ² dan kam emas.
Lokomotiv yordamchi tormozi krani	Kranni rostlash	Tormoz silindrlaridagi maksimal bosim 3,8-4,0 kgk/sm ² atrofida bo'lishi lozim.

Ta'minot tarmog'i	Kompressorlarni o'chirilgandan so'ng bosim 0,4-0,5 kgk/sm ² ga pasayishi	Bosh rezervuar bosimi keyingi pasayishi 3 daqiqada 0,2 kgk/sm ² dan ko'p bo'lmasligi kerak.
Tormoz tarmog'i va uning zichligi	Aralash tortish rejimida kran yopilgandan so'ng bosim tushishi	Kamayish normal bosimdan 1 daqiqada 0,2 kgk/sm ² dan ko'p emas
Avtomatik tormoz	tekislikda yurish rejimida magistralda bosim kamayganda tormozlashga sezgirlik	Magistralda bosim 0,5-0,6 kgk/sm ² pasayganda havo taqsimlagich ishga tushishi lozim.
Elektropnevmatik tormoz	Elektrovozda ta'minot manbasi kuchlanishi	Tormozlardan foydalanish qo'llanmasiga ko'ra

Tormozlarni ko'rikdan o'tkazish. Tormoz qurilmalari ishonchli va uzluksiz ishlashi uchun poyezd reysga chiqishidan oldin vagon tormoz qurilmalarini shakllantirish parklarida, lokomotiv va motor vagonli harakatlanuvchi tarkiblarni esa depodan chiqishda texnik ko'rikdan o'tkazish va zarur ta'mirlash ishlarini amalga oshirish lozim. Poyezd tormoz qurilmalarini yakuniy tekshirishni, u jo'nashidan oldin tormozlarni sinab ko'rishda amalga oshiriladi.

Nazorat savollari

1. Tormoz tizimi asosiy uzellarini sanab bering?
2. Tormozni ko'rikdan o'tkazish usullarini sanab bering.
3. Tormozlarda uchraydagan nosozliklar va ularni bartaraf etish usullari.
4. Havo taqsimlagich kranlari holati.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [1, 16, 17, 18]

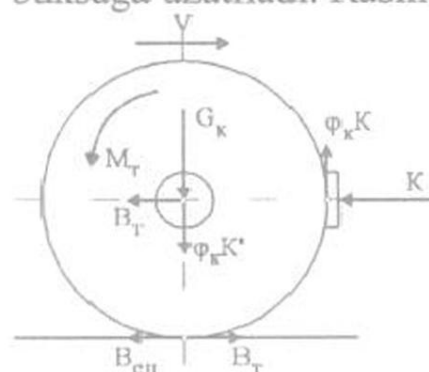
7.5. EHT ni mexanik tormozlash

Mexanik kolodkali tormozlashda tormozlash kuchi hosil bo'lishi tortish kuchi hosil bo'lishiga analogik (o'xshash) tarzda yuz beradi, faqat g'ildirakka TEM aylanuvchi momenti o'rniga tormoz kolodkasi bosimi K ga proporsional ishqalanish kuchi va kolodkaning g'ildirakka ishqalanish koeffitsiyenti φ_k ta'sir qiladi.

Agar kolodka ikki tomonlama bosilsa, g'ildirakka ikki kuch ta'sir qilib uni M_t momentiga almashtirish mumkin.

Kolodka bir tomonlama bosilsa $\varphi_k K$ kuch qiymat jihatdan teng va qarama-qarshi yo'nalgan g'ildirak reaksiyasi kuchini yuzaga keltiradi. Tormoz kolodkasi aravacha ramasi bilan qattiq aloqali bo'lganligi sababli

g'ildirak reaksiyasi g'ildirakning aravacha ramasiga mahkamlash qismi-buksaga uzatiladi. Rasmda ushbu reaksiya $\phi_k K'$ bilan belgilangan. Ko'rsagan kuchlar juftligi g'ildirakka teskari yo'nalgan M_t tormozlash momentini hosil qiladi. Ushbu momentni V_t juft kuchlari sifatida tasavvur qilish mumkin. G'ildirak va rels tutashish nuqtasiga qo'yilgan V_t kuch ta'sirida g'ildirakka qo'yilgan rels reaksiyasi V_{sts} yuzaga keladi. Ushbu ikki kuch bir-birini muvofiqlashtiradi. G'ildirak aylanish markaziga qo'yilgan ikkinchi V_t kuch kuzovga uzatiladi va poyezd sekinlashishiga olib keladi.



7.4-rasm. G'ildirakka mexanik tormozlashda ta'sir qiluvchi kuchlar

Hisobiy tormozlash koeffitsiyenti. Poyezd tormozlash kuchi barcha tormoz kolodkalari tormozlash kuchi yig'indisiga teng:

$$V = \sum K \phi_k.$$

Ishqalanish koeffitsiyenti tormoz kolodkasi va g'ildirak materialiga, ishqalanish yuzasi holatiga, haroratga, bosimga va harakat tezligiga bog'liq bo'ladi. Ishqalanish koeffitsiyentini hisoblash empirik formulaga ko'ra amalga oshirilib, undan ko'rinadiki, tezlik oshishi bilan ishqalanish koeffitsiyenti kamayadi. Bu kolodkali tormozlashning asosiy kamchiligidir, chunki tezlikning barcha ko'lamida bir xil tormozlash kuchiga ega bo'lish maqsadga muvofiqdir.

Mamlakatimiz temir yo'llari harakatlanuvchi tarkiblarida oddiy cho'yandan, fosfori oshirilgan cho'yandan va kompozitsion materialdan tayyorlangan tormoz kolodkalari qo'llaniladi. Tarkibidagi fosfor oshirilgan cho'yanning kamchiligi uchqun chiqishi ko'pligidir. Kompozitsion materiallardan tayyorlangan kolodkalar ishqalanish koeffitsiyenti cho'yandan taxminan ikki marta yuqori, bundan tashqari kompozitsion kolodkalar yo'lni kam ifloslantiradi. Asosiy kamchiligi – ishqalanish koeffitsiyentining harorat va ishqalanish yuzasiga o'ta bog'liqdir.

Ko'p sonli turli turdagi vagonlardan tashkil topgan tarkiblar tormoz hisoblarini yengillashtirish va hisoblashga kolodkaning bosish kuchidan ishqalanish koeffitsiyentini kiritmaslik uchun kolodkaning hisobiy bosishi va hisobiy ishqalanish koeffitsientidan foydalaniladi. Tormoz kuchi qiymati saqlanishi uchun quyidagi tenglik bajarilishi lozim.

$$\sum K \phi_k = \phi_{kr} \sum K_r.$$

Keltirilgan tenglik poyezd tarkibidagi ixtiyoriy tormoz kolodkasi uchun saqlanishi lozimligi sababli hisobiy tormoz koeffitsiyentini aniqlash uchun haqiqiy bosish K , haqiqiy ishqalanish koeffitsiyenti ϕ_k va hisobiy ishqala-

nish koeffitsiyenti φ_{kr} ni bilish lozim:

$$K_p = K \frac{\varphi_k}{\varphi_{kp}}$$

Haqiqiy ishqalanish koeffitsiyentini oldindan ma'lum empirik formulalardan, ishqalanishning hisobiy koeffitsiyentini esa xuddi shu formulalardan, faqat vagonlar yuklangan va bo'sh holati uchun tormozlash rejimlarida o'rtacha bosish qiymati uchun aniqlanadi.

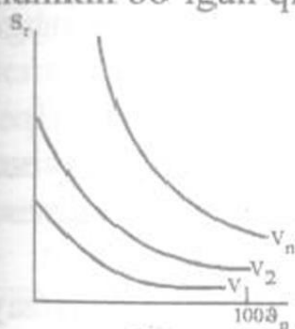
Hisobiy tormozlash koeffitsiyentidan foydalanilganda tormozlash kuchi quyidagiga teng bo'ladi

$$V = \varphi_{kr} \Sigma K_r.$$

Solishtirma tormozlash kuchi

$$b = \varphi_{kp} \frac{\Sigma K_p}{mg} = \varphi_{kp} U_p.$$

Shu tarzda, poyezdning hisobiy tormozlash kuchi deyilganda 1 kN poyezd og'irligiga to'g'ri keladigan tormoz kolodkalari bosishining hisobiy kuchi tushuniladi. Hisobiy tormozlash koeffitsiyentining minimal qiymati turli xil poyezdlar uchun me'yorlanadi. Amalda 100v, qiymatidan turli xil qiyalikka ega profil elementlariga ko'ra harakatning maksimal mumkin bo'lgan qiymatlarini aniqlash uchun foydalaniladi.



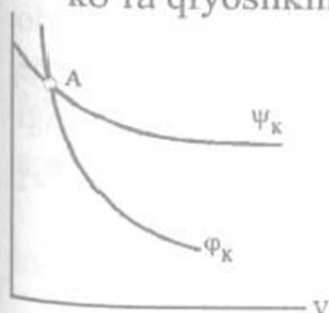
7.5-rasm

Ma'lumot beruvchi adabiyotlarda keltirilgan nomogrammalardan quyidagi masalarni xal etishda foydalanish mumkin:

- berilgan harakat tezligi va hisobiy tormoz koeffitsiyentiga ko'ra tormozlash yo'lini aniqlash;
- berilgan tormozlash yo'li va hisobiy tormoz koeffitsiyentiga ko'ra profil elementlarida

harakatning mumkin bo'lgan tezligini aniqlash;

- berilgan harakat tezligi va tormoz yo'lga ko'ra talab qilinayotgan hisobiy tormoz koeffitsiyentini aniqlash;
- berilgan harakat tezligi, tormoz yo'li va hisobiy tormoz koeffitsiyentiga ko'ra qiyoslikning mumkin bo'lgan qiymatini aniqlash.



7.6-rasm

Tormozlash jarayoni normal amalga oshirish uchun tormozlash kuchi g'ildiraklar relsga ilashish kuchidan yuqori bo'lmasligi lozim. Bo'lmasa g'ildiraklar harakatlanmay (sirg'anib (yuza)) qo'yadi. Bunda g'ildiraklar juftligi harakatni davom ettira olmaydigan darajada zararlanishi (polzun) mumkin.

$$V_{kp} \leq G_{kp} \Psi_{kp}, \text{ ya'ni } \varphi_{kp} K_{kp} \leq G_{kp} \Psi_{kp}.$$

Mos ravishda

$$\frac{K_{kn}}{G_{kn}} \leq \frac{\Psi_{kn}}{\varphi_{kn}}.$$

Tormoz kolodkasining eng katta bosish kuchining g'ildiraklar juftligi o'qidagi yuklamasiga munosabatini tormoz kolodkalari bosish koeffitsiyenti deb ataladi:

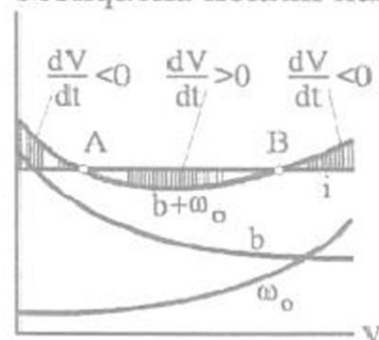
$$\delta = \frac{K_{kn \max}}{G_{kn}} \leq \frac{\Psi_{kn}}{\varphi_{kn}}.$$

Tormoz kuchini normal amalga oshirish uchun tormoz kolodkalari bosish koeffitsiyenti ilashish koeffitsiyenti va ishqalanish koeffitsiyenti munosabatidan kichik bo'lishi lozim.

G'ildirakning relsga ilashish koeffitsiyenti tezlikka ishqalanish koeffitsiyentiga nisbatan kamroq bog'liq bo'lganligi sababli, g'ildiraklar juftligi harakatlanmay qolish xavfi ko'pincha kichik tezliklarda yuzaga keladi. $V < V_A$ tezliklar zonasida poyezd qo'zg'alishidagi g'ildiraklar aylanmay qolishi ayniqsa xavfli. 5-8 km/s tezlikda ilashish koeffitsiyenti kolodka ishqalanish koeffitsiyentidan 3-5 marta kichik va bu holatda odatda g'ildiraklar aylanishini boshqa tiklab bo'lmaydi.

Sirg'anib qolish oldini olish uchun tormoz silindridagi bosimni keskin kamaytirish va asta sekin o'stirib borishga asoslangan sirg'anishga qarshi himoyadan foydalanish mumkin.

Ixtiyoriy turdagi tormozlashda uning bardoshlilik muhim rol o'ynaydi. Tekis maydonda tormozlash kuchi har doim poyezd sekinlashishiga olib keladi – ya'ni tormozlash turg'un. Pastga tushishda esa boshqacha holatni kuzatamiz.



7.7-rasm

Rasmda solishtirma tormozlash kuchi b , asosiy solishtirma qarshilik ω_0 bog'liqlari keltirilgan. Ushbu bog'liqliklar i kattalikdagi qiyalikdan pastga tushish uchun qurilgan. Faraz qilaylik $\omega_0 + b$ natijaviy kuch i liniya bilan A va V ikki nuqtada kesishsin. A nuqta noturg'un teng kuchlilik nuqtasidir, chunki tezlikning ixtiyoriy tomonga tasodifan o'zgarishida $\omega_0 + b - i$ ga teng kuch paydo bo'ladi, bu esa tezlikni yanada kattaroq o'zgarishiga sabab bo'ladi. V nuqta turg'un teng kuchlilik nuqtasidir. Bundan mexanik tormozlash turg'unligi shartini keltirish mumkin: Sekinlashtiruvchi kuch o'zgarishi bilan yuzaga kelgan tezlik va tezlanish og'ish ishorasi qarama-qarshi bo'lishi kerak.

Nazorat savollari

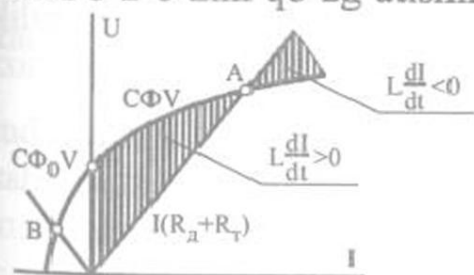
1. Mexanik kolodkali tormozlashda tormozlash kuchi hosil bo'lishi qanday yuz beradi?
2. Mexanik tormozlashda g'ildirak reaksiyasi nima uchun g'ildirakning aravacha ramasiga mahkamlash qismi-buksaga uzatiladi?
3. Ishqalanish ko'effitsiyenti nimaga bog'liq?
4. Mamlakatimiz temir yo'llari harakatlanuvchi tarkiblarida qanday materiallardan tayyorlangan tormoz kolodkalari qo'llaniladi?
5. Qanday holatlarda mexanik kolodkaning hisobiy bosishi va hisobiy ishqalanish ko'effitsiyentidan foydalaniladi?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [5, 6, 7]

7.6. O'z-o'zini qo'zg'atishli TEM da reostatli tormozlash

EHTda ketma-ket qo'zg'atishli TEM qo'llanilganligi sababli TEM o'z-o'zini qo'zg'atganda reostatli tormozlashni amalga oshirish jarayonini ko'rib chiqamiz. Generator rejimiga o'tishda TEM ni qo'zg'atish qoldiq magnit oqimi hisobiga yuz beradi. Magnit tizimi magnitsizlanishi yuz bermasligi uchun tortish rejimidagi magnit yurituvchi kuch yo'nalishini saqlab qolish kerak, ya'ni qo'zg'atish toki yo'nalishini saqlab qolishi lozim. 7.8-rasmda o'z-o'zini qo'zg'atishni amalga oshirish uchun kuch sxemasidagi mumkin bo'lgan qayta ulashlarni saqlab qolish lozim.

O'tkinchi jarayon vaqtida harakat tezligi o'zgarmaganlik sharoitida TEM o'z-o'zini qo'zg'atishini ko'rib chiqamiz.



7.8-rasm.

$$C\Phi V = (R_d + R_r)I + L \frac{dI}{dt};$$

O'z-o'zini induksiyalash EYUK si

$$L \frac{dI}{dt} = C\Phi V - (R_d + R_r)I.$$

Bu yerda L – reostat zanjiri induktivligi.

Rasmda ushbu bog'liqliklar boshlang'ich

EYUK $E_0 = S\Phi_0 V$ da ko'rsatilgan.

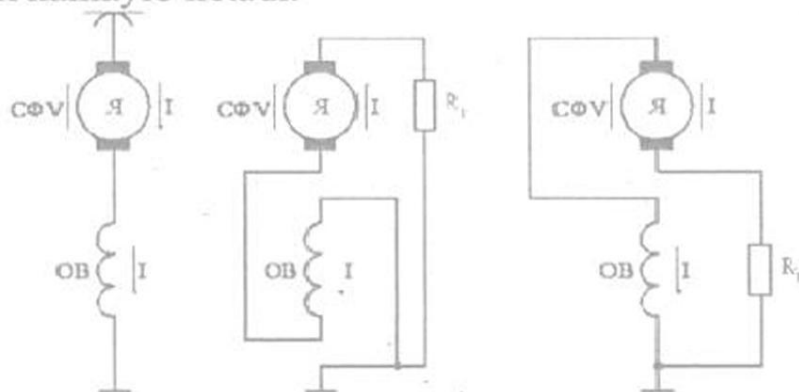
Shtrixlangan soha $L \frac{dI}{dt}$ ga mos keladi. Rasmdan ko'rinib turibdiki, $I = 0$ da

$L \frac{dI}{dt} > 0$ – mos ravishda tok o'sadi. EHT toki o'sishi bilan o'z-o'zini

induksiyalash avval o'sadi, keyin kamayadi. A nuqtada $L \frac{dI}{dt} = 0$ – ya'ni

elektr tenglik yuzaga keldi $S\Phi V = (R_d + R_r)I$. Ushbu muvozanat: tok

kamayishida $L \frac{dI}{dt} > 0$ – mos ravishda tok o'sadi; tok o'sishida $L \frac{dI}{dt} < 0$ – mos ravishda tok kamayib ketadi.



7.9-rasm.

Ushbu tezlikda A nuqta holati $(R_d + R_t)I$ liniya burilish burchagiga, ya'ni R_t qiymatiga (R_t kattalashganda A nuqta chapga, kamayganda o'ngga ko'chadi). Mos ravishda, TEM ning tokka ko'ra mumkin bo'lgan parametrlarini, hamda g'ildirakning relsga ilashishi cheklanishini bilgan holda tormozlashga kirishdagi $R_{t \min}$ qiymatini aniqlash mumkin.

Agar tormozlash rejimiga o'tishda yakor toki yo'nalishi o'zgartirilmaganda TEM magnitsizlanishi yuz berar va V nuqtada muvozanat, ya'ni zanjirdagi tok nolga teng bo'lmasdan juda kichik bo'lar edi.

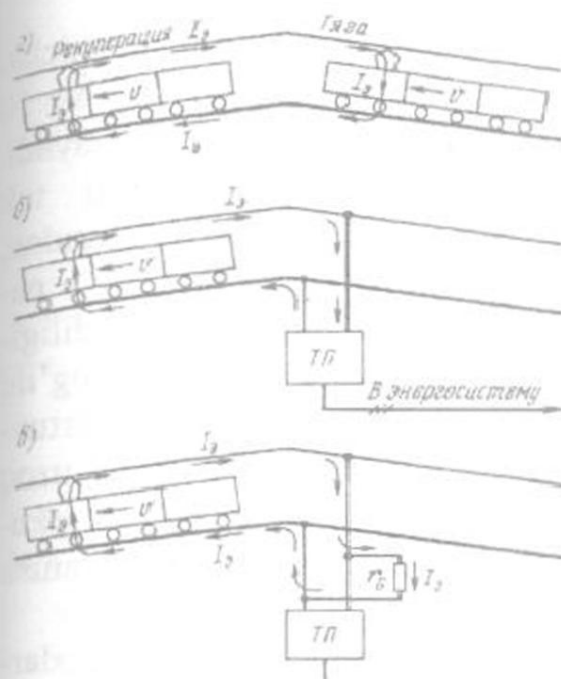
Elektr zanjiri teng kuchlilik formulasidan zanjir tokini, mos ravishda, tormoz kuchini tormoz rezistori qiymatini va magnit oqimi, ya'ni qo'zg'atish toki qiymatini o'zgartirish orqali rostlash mumkin. Shu tormoz kuchini amalga oshirish uchun qarshilikni oshirishda katta tezlik zarur. Mos ravishda, tezlik kamaygan sari doimiy tormoz kuchini saqlab turish uchun tormoz rezistori qiymatini kamaytirish lozim. Magnit oqimi ko'payganda shu tormoz kuchini amalga oshirish uchun kichik tezlik lozim. Mos ravishda harakat tezligi kamayib borgan sari doimiy tormoz kuchini amalga oshirish uchun qo'zg'atish tokini oshirish lozim.

Nazorat savollari

1. Generator rejimiga o'tishda TEM ni qo'zg'atish nima hisobiga yuz beradi?
2. Elektr zanjiri teng kuchlilik formulasidan nimani aniqlash mumkin?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [5, 6, 7]

7.7. EHTni rekuperativ tormozlash



7.10-rasm.

Oldin rekuperativ tormozlashning umumiy masalalarini ko'rib chiqaylik. Rekuperatsiya jarayoni (elektr energiyani kontakt tarmog'iga berilishi) boshlanishi uchun uchta shart bajarilishi lozim:

1. TEM generator rejimiga o'tishi lozim – bunda qo'zg'atish toki yo'nalishini o'zgartirish.
2. TEM yig'indi EYUK si kontakt tarmog'i kuchlanishidan yuqori bo'lishi lozim. Agar TEM yig'indi EYUK si kontakt tarmog'i kuchlanishidan kichik bo'lsa TEM tortuv rejimida ishlay boshlaydi.

3. Uchastkada ishlab chiqariladigan energiya iste'molchisi bo'lishi kerak. Iste'molchi bo'lmasa tok qabul qilgichda kuchlanish qiymati ruxsat etilgandan yuqori bo'ladi va kuch qurilmalari zararlanishi mumkin.

Rekuperativ tormozlashda quyidagi iste'molchilar bo'lishi mumkin:

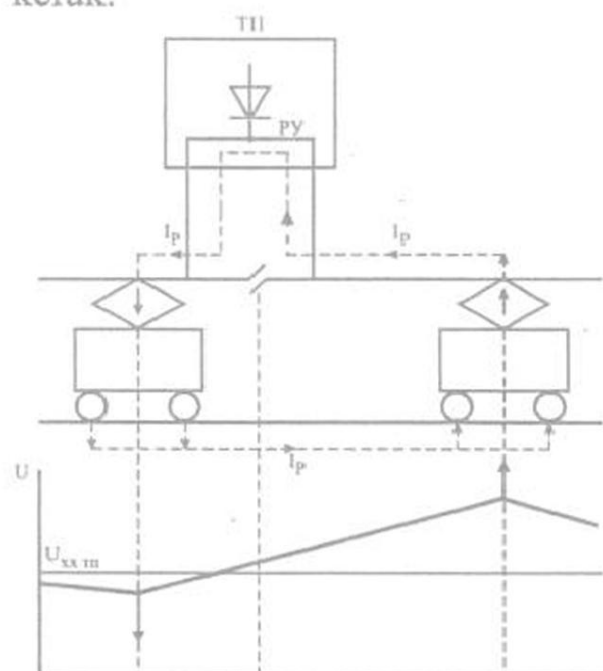
- Tortish rejimida bo'lgan boshqa harakatlanuvchi tarkib (a);
- Energotizim (b);
- Ballast rezistori (v).

Bir fider zonasida rekuperatsiya qilish eng foydali holatdir, bunda eng kam elektr energiya yo'qotish bo'ladi.

Amalda rekuperatsiya qilingan va qaytarilgan elektr energiya balansi juda kam uchraydi. Bir vaqtda ishga tushirish va tormozlash bo'lmaganligi sababli rekuperatsiya qilingan energiya yetmay qolishi yoki ortib qolishi kuzatiladi. Elektr energiya etishmaganda uni tortuvchi nimstansiya hisobiga kompensatsiyalash yuz beradi. Rekuperatsiya qilinayotgan energiya ortiqcha bo'lganda uning bir qismini o'zgarmas tok uchastkasidagi qo'shni fider zonasiga uzatish mumkin, chunki ortiqcha elektr energiyani tortuvchi nimstansiya taqsimlash qurilmasi orqali uzatish imkoniyati mavjud. Ushbu jarayonni ko'rib chiqamiz.

Rekuperatsiya toki tortish tarmog'ida oqib o'tayotgan vaqtda unda majburiy yo'qotishlar bo'ladi: birinchidan, o'tkazgich va relslar qizishiga sarf bo'luvchi quvvat; ikkinchidan, kuchlanish. Rekuperatsiya qilingan energiyani qo'shni fider zonasiga uzatish uchun tortuvchi nimstansiyaning

“yopish” kerak ya’ni tortuvchi nimstansiya yaqinidagi kontakt tarmog’i kuchlanishi tortuvchi nimstansiya salt ishlash kuchlanishidan oshishi kerak.



7.11-rasm

Hisob kitoblar ko’rsatishicha, ikki yo’lli uchastkaning har bir 10 km ga 1000 V kuchlanish pasayadi. Kuchlanish tushish qiymati tok qiymatidan, kontakt osmasi turidan, bosh yo’llar kontakt tarmog’i parallel ulanish punktlari mavjudiligiga va rels zanjirlari holatiga bog’liq bo’ladi. Demak, elektrovoz tortuvchi nimstansiyadan 6 km dan uzoq bo’lmasa qo’shni fider zonasi rekuperativ energiyasidan foydalanish imkonini beradi.

O’zgaruvchan tokli uchastkalarida qo’shni zona fideri turli fazalaridan ta’minlanishi mumkin, shuning uchun faqat o’zining fider zonasida rekuperatsiya qilinadi. Biroq o’zgaruvchan tok uchastkalarida diodli o’zgartgich qurilmasi bo’lmaganligi sababli rekuperatsiya qilingan energiyani tashqi energotizimga qaytarishda muammo yo’q.

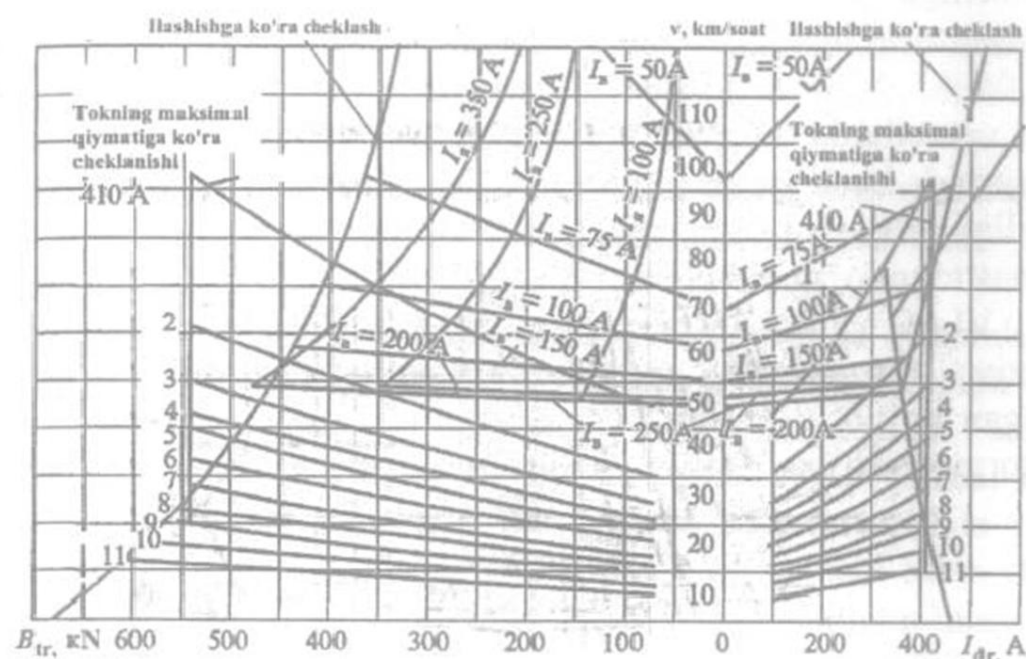
Nazorat savollari

1. Rekuperativ tormozlashning umumiy masalalari nimalardan iborat?
2. Rekuperatsiya energiyasi iste’molchilari.
3. Rekuperatsiya energiyasini yo’qotish.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [5, 6, 7]

7.8. EHT ni reostatli - rekuperativ tormozlash

ER2R, ER2T, ET2, ED2T, ED4, ED4M elektropoyezdi motorli vagonlarida rekuperativ-reostatli tormozlash qo’llanilgan. ED4 elektropoyezdi tavsifi 7.12-rasmda keltirilgan.



7.12-rasm. ED4 elektropoyezdi rekuperativ va reostatli tormozlanishida tok va tormoz tavsiflari

Avval TEM lar mustaqil qo'zg'atishda reostatli qo'zg'atish ishga tushiriladi va tormoz kuchi paydo bo'ladi. Elektr tormozini avtomatik boshqaruv tizimi ta'sirida magnit oqimi va EYUK ko'payadi. To'rtta ketma-ket ulangan TEM lar yig'indi EYUK si kontakt qiymatiga etishganda reostatli tormozlashdan rekuperativ tormozga avtomatik o'tish yuz beradi. Bunda TEM lar mustaqil qo'zg'atishli bo'ladi. Ushbu TEM lar qo'zg'atish chulg'ami ketma-ket ulanadi va statik o'zgartgich orqali poyezdning 220 V kuchlanishli o'zgaruvchan tok uch fazali tarmog'idan ta'minlanadi.

Ikkala rejimda ham tormoz kuchini qo'zg'atish tokini (50 A dan 250 A gacha) o'zgartirish orqali rostlanadi.

Poyezd tezligi 45-50 km/s gacha pasayganda yoki rekuperatsiya energiyasiga iste'molchi bo'lmaganda avtomatik tarzda rekuperativ tormozlashdan reostatli tormozlashga o'tish yuz beradi. Bunda TEM lar o'z - o'zini qo'zg'atadi. Tormoz kuchi bu holatda tormoz reostati qarshiligini o'zgartirish orqali (tormoz kontrolleri 1-11 holatlari) rostlanadi va to'xtashdan oldin tezlik kamayishini rostlab turadi. Kichik tezliklar zonasida reostatli tormoz yetarlicha tormoz kuchini yarata olmasa poyezdning elektropnevmatik tormozi ishga tushadi.

Statik o'zgartkichli bir fazali - o'zgarmas tokli EHT da rekuperativ tormozlashni boshlash uchun o'zgarmas tokli TEM larni tarmoqdagi ishida mustaqil qo'zg'atishli generator rejimigagina emas, balki o'zgarmas tokni o'zgaruvchanga inverter yordamida o'tkazishga qo'yish lozim. Katta tur-g'unlikka erishish va parallel ulangan TEM lar o'rtasida tok to'g'ri

taqsimlanishiga erishish uchun udarning har biri zanjiriga rezistor kiritiladi.

EP1, VL85, VL65 va VL80R elektrovozlarida boshqariluvchi yarim o'tkazuvchi ventellarda – tiristorlarda bajarilgan o'zgartkich kiritilgan bo'lib, tortish rejimida kuch yarim o'tkazgich qurilmalaridan TEM lardagi kuchlanishni silliq rostdash uchun, rekuperatsiya rejimida esa tokni invertorlash (o'zgarmas tokni o'zgaruvchaga o'zgartirish) uchun foydalaniladi.

EP1, VL65 va VL85 o'zgaruvchan tok elektrovozlarida tortish va rekuperativ tormozlash rejimlarida avtomatik boshqarish tizimi qo'llanilgan bo'lib, u mashinist tomonidan o'rnatilgan harakat tezligi yoki tortish (tormozlash) zo'riqlashini ushlab turishga xizmat qiladi.

Nazorat savollari

1. Qaysi elektropoyezdlar motorli vagonlarida rekuperativ-reostatli tormozlash qo'llanilgan?
2. 2.ED4 elektropoyezdida rekuperativ-reostatli tormozlashning ishlash printsipini tushuntirib bering.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [5, 6, 7]

VIII. POYEZD HARAKATLANISH TENGLAMASI

8.1. Poyezd harakatlanish shartlari

Lokomotivning tarkibga ta'siri va vagonlarning bir-biriga o'zaro ta'siri natijasida poyezdning oldinga intilish harakatiga turli xil: ko'ndalang, bo'ylama va vertikal yo'nalishlarda ko'chishlar hamda vertikal va gorizont tal o'qlarga nisbatan burilishlar qo'yiladi. Bundan tashqari, harakatlanuvchi tarkib va uning qismlari tebranishi yuzaga keladi. Ushbu ko'chishlarni yuzaga keltiruvchi kuchlarni, ko'chishlar va tebranishlarni hisobga olish poyezd harakatlanish qonuniyatlarini o'rganishni murakkablashtirar edi.

Shuning uchun keyingi hisoblarda quyidagi soddalashtirishlarni kiritamiz. Poyezdni moddiy nuqta sifatida tasavvur qilamiz. Ushbu moddiy nuqtaga uning barcha massasi jamlangan. Harakatlanuvchi tarkibning barcha ko'chishlaridan faqat poyezdning oldinga intilish harakati va aylanish chastotasi poyezd harakatlanish tezligiga bog'liq bo'lgan qismlar aylanish harakatini hisobga olamiz. Aylanuvchi qismlarga g'ildiraklar juftligi, lokomotivlar tortuv elektr motorlari yakori va uzatish elementlari kiradi. Boshqa ko'chishlarni hisobga olmaymiz. Poyezd massasini moddiy

nuqtaga almashtirish yo'l profili egriliklaridagi harakatni hisoblashda biroz xatolikni kiritadi. Biroq poyezd harakati bilan bog'liq hisob kitoblar uchun ushbu xatolik ruxsat etilgan oraliqda yotadi.

Lokomotiv yoki motorli vagon tortish rejimida poyezdni ko'chirishdagi ishdan tashqari harakat tezligini oshirish uchun mexanik energiya sarflaydi.

TEM kontakt tarmog'idan uzilib EHT yurish rejimiga o'tganda poyezd energiya sarflamaydi. U yig'ilgan kinetik yoki potensial energiya hisobiga harakatlanadi. Agar tezlik kamaysa kinetik energiya sarflanadi, balandlikdan bir xil tezlik bilan pastga tushishda esa potensial energiya sarflanadi. Balandlikdan pastga tezlik oshishi bilan tushishda potensial energiya kinetik energiyaga, balandlikka tezlik kamayishi bilan chiqishda esa kinetik energiyaning potensial energiyaga o'zgarishi ham mumkin.

Tormozlash jarayonida harakatga qarshilik kuchlariga tormozlash kuchlari qo'shiladi.

Nazorat savollari

1. Poyezd harakatlanishida uning olidnga intilish harakatiga qanday kuchlar qo'yiladi?
2. Poyezd harakatini hisoblashda qanday soddalashtirishlar kiritiladi?
3. Lokomotiv yoki motorli vagon energiya manбайдan ajratilganda qanday energiya hisobiga harakatni davom ettiradi?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14]

8.2. Poyezd harakatlanish tenglamasi

Poyezd harakatlanish tenglamasi poyezdga ta'sir qiluvchi kuchlar uning harakatlanish xarakteriga qanday ta'sir qilishini ko'rsatadi. Ushbu ta'sirni baholash uchun ta'sir qiluvchi kuchlarni – natijaviy kuchga almashtirish kerak. Natijaviy kuch musbat (+) ishorali bo'lganda tezlashtiruvchi, manfiy (–) ishorali bo'lganda sekinlashtiruvchi kuch deb ataladi.

Tezlashtiruvchi kuch F_T umumiy holatda tortish kuchi F_K , harakatga qarshilik W_K va tormozlash kuchlari B_T algebraik yig'indisiga teng.

Tortish kuchi odatda harakatlanish yo'nalishida, harakatga qarshilik kuchi qarama-qarshi yo'nalishda va tormozlash kuchi qarama-qarshi yo'nalganligi sababli quyidagini olamiz:

$$F_T = F_K - W_K - B_T. \quad (8.1)$$

Poyezd harakatlanish tenglamasini Nyutonning ikkinchi qonuni asosida keltirib chiqarish mumkin. Agar poyezd massasini m , oldinga intiluvchi tezlanishni a orqali ifodalasak, kerakli tezlashtiruvchi kuch tezlanishi, kgk:

$$F_T = m a. \quad (8.2)$$

Poyezd massasi birliklar texnik tizimida og'irlik orqali ifodalanadi, kgk/(m/s²),

$$m = 1000(P + Q)/g,$$

bu yerda $P + Q$ – poyezd og'irligi, tk.

Tezlikni hisoblashning keyingi bosqichlarini amaliy birlikda amalga oshirish uchun og'irlik kuchi tezlanishini m/s² da emas km/soat² da ifodalaymiz

$$g = 9,81 \frac{3600^2}{1000} = 127000 \text{ km/soat}^2.$$

Unda massa, kgk/(km/soat²),

$$m = \frac{1000(P + Q)}{127000} = \frac{P + Q}{127}. \quad (8.3)$$

m ning qiymatini (8.2) formulaga qo'yib tezlashtiruvchi kuchni olamiz, kgk,

$$F_T = \frac{P + Q}{127} a,$$

undan tezlanish, km/soat²,

$$a = \frac{127 F_T}{P + Q}.$$

Ushbu xulosani olishda biz poyezdning faqat oldinga intilish harakatini hisobga oldik. Hayotiy holatda esa g'ildiraklar juftligi, tortuv elektr motorlari yakori, tishli g'ildirak, gidravlik uzatma detallari va boshqalar poyezd harakatlanishidagi oldinga intilishdan tashqari aylanish harakatini ham amalga oshiradi, bunda shuni hisobga olish kerakki aylanish chastotasi poyezd harakati tezligiga bog'liq bo'ladi. Mos ravishda poyezd harakatlanganda tezlashtiruvchi kuch poyezdda faqatgina oldinga intiluvchi harakatni emas balki, aylanuvchi qismlar burchak tezlanishini ham yuzaga keltiradi.

Harakat tezligi pasayganda aylanuvchi qismlar harakatni saqlab qolishga intilib poyezd harakatiga qarama-qarshi yo'nalgan kuchlarga qarshilik ko'rsatadi. Hisoblashlarda ushbu qismlar ta'sirini oldinga intilish harakatini yuzaga keltirish uchun sarf qilinayotgan kuchning qaysi qismi poyezd aylanuvchi qismlarida burchak tezlanishi hosil qilish uchun ishlatilishini hisobga oluvchi koeffitsiyent γ bilan hisobga olinadi. $1 + \gamma$ kattaligini aylanuvchi qismlar inersiya koeffitsiyenti deb ataladi. $m(1 + \gamma)$ massani keltirilgan massa deb ataladi.

$$m = (P + Q)(1 + \gamma) / 127.$$

Unda (8.2) tenglamadagi tezlashtiruvchi kuch, kgk

$$F_T = m(1 + \gamma)a. \quad (8.4)$$

Ushbu tenglama poyezd harakatlanish tenglamasining bir ko'rinishidir.

Bunga (8.3) tenglamadan m qiymatini qo'yib quyidagini olamiz, kgk

$$F_T = (P + Q)(1 + \gamma)a / 127,$$

bundan tezlanish, km/soat²,

$$a = \frac{127}{1 + \gamma} \frac{F_T}{P + Q}. \quad (8.5)$$

Ushbu ifodani $\frac{127}{1 + \gamma} = \zeta$ belgilash va tezlashtiruvchi kuch F_T ni

solishtirma tezlashtiruvchi kuch bilan belgilash orqali soddalashtiramiz, kgk/ts,

$$f_T = \frac{F_T}{P + Q}.$$

Unda tezlanish, km/soat²,

$$a = \zeta f_T, \quad (8.6)$$

bu yerda ζ – solishtirma tezlashtiruvchi kuchning 1 kgk/ts ga aylanuvchi qismlar inersiyasini hisobga olib ta'sir qilgandagi poyezd tezlanishi, km/soat².

(8.6) tenglama poyezd harakatlanish tenglamasining nisbatan sodda va hisoblashda qulay variantidir. Agar (8.1) tenglamaning har ikkala tomonini poyezd og'irligiga bo'lsak, kgk/tk,

$$f_T = f_k - w_k - b_T,$$

va poyezd harakatlanish tenglamasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$a = \zeta (f_k - w_k - b_T). \quad (8.7)$$

Aylanuvchi qismlar inersiya koeffitsiyenti $1 + \gamma$ MDH davlatlari temir yo'llarida qo'llanilayotgan asosiy harakatlanuvchi tarkiblar uchun quyidagicha bo'ladi.

Elektrovozlar	1,15–1,30
Motorvagon seksiyalar yoki elektropoyezdlar	1,06–1,08
Yo'lovchi vagonlari	1,04–1,05
Yuk vagonlari, to'rt o'qli:	
yukli	1,03–1,04
bo'sh	1,07–1,08

Nazorat savollari

1. Poyezd harakatlanishiga ta'sir qiluvchi kuchlarni sanab bering;

2. Harakatlanish tenglamasida aylanuvchi qismlar harakati qanday hisobga olinadi.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14]

8.3. Poyezd harakatlanish tenglamasining tahlili

Poyezd harakatlanish tenglamasi tezlanish qiymatini aniqlaydi, mos ravishda, solishtirma tezlashtiruvchi (yoki sekinlashtiruvchi) kuch va poyezd aylanuvchi qismlari inersiyasiga bog'liq ravishda harakat xarakterini aniqlaydi. Harakatlanish tenglamasi yechish natijasida odatda harakat tezligini, ma'lum vaqt oralig'ida poyezd bosib o'tadigan masofa va peregonda yurish vaqti aniqlanadi.

Poyezd harakatlanishida quyidagi holatlar bo'lishi mumkin:

1) Tezlashuvchi kuch F_T yoki uning solishtirma qiymati f_T nolga teng. Bu tortish rejimida $F_K = W_K$ yoki $f_K = w_K$ da bo'lishi mumkin; tez yurish rejimida $\omega_0 = i_K$ da bo'lishi mumkin. Bunga poyezd qiyalikda pastga tushayotganda, harakatga qarama qarshi yo'nalgan asosiy solishtirma qarshilik kuchlari ω_0 va egri yo'lda yurganda qo'shimcha solishtirma qarshilik kuchlari ω_{yegri} poyezd pastga tushishida hosil bo'ladigan harakat bilan bir tomonga yo'nalgan poyezd og'irligi tashkil etuvchisi bilan tenglashganda bo'lishi mumkin; tormozlash rejimida $i\%$ ga teng kuch $\omega_0 + w_{yegri} + b_T$ kuchlarni tenglashtirganda bo'lishi mumkin.

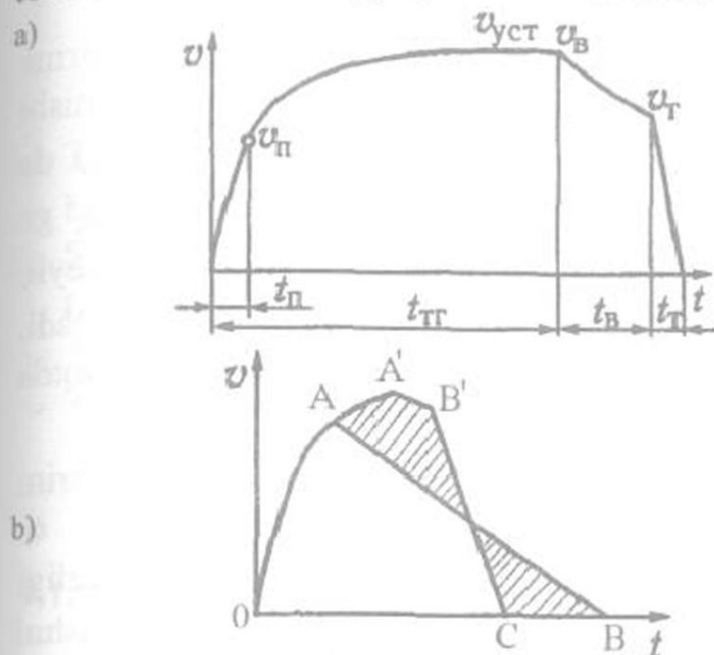
Harakat tenglamasidan ko'rinib turibdiki, $f_K = 0$ da $\frac{dv}{dt} = 0$, ya'ni poyezd ravon tezlikda harakatlanadi (yoki xususiy holatda $v = 0$ joyida turadi). Bu holatda berilgan tezlikka ko'ra poyezd t vaqtda bosib o'tadigan masofa s ni topish mumkin:

$$s = vt.$$

2) Solishtirma tezlashtiruvchi kuch f_T musbat. Poyezd harakat tenglamasidan ko'rinib turibdiki bu holatda poyezd tezlashgan holda harakat qiladi. Musbat va kuchiga ko'ra doimiy (o'zgarmas) f_T ($a = \text{const}$) da poyezd harakati ravon tezlashuvchi bo'ladi. Tortish rejimida poyezd tezlanishi tortish kuchi qarshilik kuchlaridan yuqori bo'lganda yuzaga keladi.

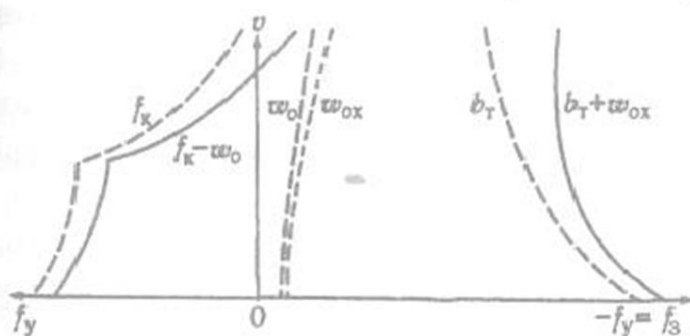
3) Solishtirma tezlashtiruvchi kuch f_T manfiy (poyezdga sekinlashtiruvchi kuchlar ta'sir qiladi). Poyezd sekinlashuvchi harakat qiladi. Agar o'zgarmas sekinlashtiruvchi kuchlar ta'sir qilsa ($a = \text{const}$) poyezd ravon sekinlashuvchi harakat qiladi. Sekinlashish solishtirma

sekinlashtiruvchi kuchdan topiladi. Tortish rejimida harakat sekinlashishi tortish kuchi harakatga qarshilik kuchidan kam bo'lgan holatda bo'ladi.



8.1-rasm. Poyezd turli rejimlarda harakatlanganda harakatlanish tezligining vaqtga bog'liqligi

harakat uchun grafik shaklida tasvirlanadi. Ushbu grafiklarni solishtirma tezlashtiruvchi (sekinlashtiruvchi) kuch diagrammasi deb ataladi.



8.2-rasm. Solishtirma kuchlarning harakat tezligiga bog'liqligi

Hayotiy holatda poyezd harakatini tezlashtiruvchi (yoki sekinlashtiruvchi) kuchi yo'l profili va harakat tezligiga bog'liq ravishda o'zgaradi. Shuning uchun poyezd tezlashuvchi yoki sekinlashuvchi harakatlanishi umumiy holat, bir tekis harakati esa hususiy hol hisoblanadi.

Solishtirma tezlashtiruvchi yoki sekinlashtiruvchi kuchlar tezlikka bog'liq ravishda o'zgaradi. Ularni to'g'ri gorizonttal yo'lda

harakat uchun grafik shaklida tasvirlanadi. Ushbu grafiklarni solishtirma tezlashtiruvchi (sekinlashtiruvchi) kuch diagrammasi deb ataladi.

8.1-rasmda uzoq chiziq bilan harakat tezligiga bog'liq ravishda solishtirma tortish kuchi f_k , solishtirma harakatga qarshilik kuchi w_0 va w_{0x} , solishtirma tormoz kuchi b_T egri chiziqlari ko'rsatilgan; to'liq chiziq bilan — solishtirma

tezlashtiruvchi kuch $f_k - w_0$ tortish rejimida va solishtirma sekinlashtiruvchi kuch $b_T + w_{0x}$ tezlik funksiyasini tormozlashda egri chiziqlari ko'rsatilgan. Solishtirma tortish kuchi va solishtirma tezlanish kuchlari koordinata o'qi tezlik koordinata o'qining chap tomoniga, solishtirma harakatga qarshilik kuchlari, solishtirma tormozlash va sekinlashtirish kuchlari koordinata o'qi o'ng tomonga joylashtirilgan. Koordinata o'qlarining bunday joylashishi yo'l funksiyasida harakat tezligi egri chizig'ini qurish uchun qulaylik tug'diradi.

Tezlashtiruvchi va sekinlashtiruvchi kuch egri chiziqlariga asosan 8.1, a — rasmda yo'lning to'g'ri gorizonttal uchastkasida poyezd harakatlanish

tezligining vaqtga ko'ra o'zgarishi keltirilgan. Vaqtning birinchi davri t_p da solishtirma tezlashtiruvchi kuch $f_K - \omega_0$ kichik ko'lamda o'zgarganligi sababli poyezd deyarli bir xil tezlanish bilan v_p tezlikkacha tezlashadi.

Keyin harakat yurish tavsifiga ko'ra davom etadi va solishtirma tezlashtiruvchi kuch $f_K - \omega_0$ kamayadi, natijada harakat tezlanishi kamayadi, mos ravishda tezlik sekin o'sadi. O'rnatilgan tezlik v_{ORN} da solishtirma tortish kuchi f_K harakatga solishtirma qarshilik kuchi ω_0 ga teng. Agar $t_p + t_f$ vaqt oralig'idan so'ng poyezd qo'zg'algandan keyin mashinist TEM tokini o'chirsa, poyezdning yurish holati boshlanadi. Harakatga qarshilik kuchlari hisobiga poyezd tezligi pasayadi va t_w vaqtda v_T qiymatgacha kamayadi.

Poyezd to'xtashidan oldin mashinist poyezdning tormozlash jihozlarini ishga tushiradi va harakatga qarshilik kuchi ω_{ox} va tormoz kuchi b_T (solishtirma sekinlashtiruvchi kuch $b_T + \omega_{ox}$) ta'sirida poyezd harakat tezligi kamaya boshlaydi. t_b vaqtdan so'ng poyezd to'xtaydi. Tormozlashni qo'llash vaqti va intensivligiga bog'liq ravishda tormozlashni boshlash va poyezd to'liq to'xtashigacha bo'lgan vaqt o'zgaradi.

Bosib o'tilgan yo'l tezlik v va vaqt t ga proporsional bo'lganligi sababli uning qiymati 8.1, b-rasmdagi $v(t)$ egri chiziq va absissa o'qi bilan chegaralangan maydonga mos keladi. OAB egri chizig'i tormoz qo'llamasdan poyezd harakatlanishini tasvirlaydi. A nuqtada tok o'chiriladi va poyezd to'xtaguncha yurib boradi. Ushbu holatda bosib o'tilgan yo'l OAB ga teng. $OA'B'C$ egri chizig'i B' nuqtadan boshlab mexanik tormozlash qo'llanilganda poyezd harakatini ko'rsatadi.

Birinchi va ikkinchi holatda bosib o'tilgan yo'l qiymati bir xil. Ammo birinchi holatda sarf qilingan vaqt ko'proq bo'ladi. Shuning uchun tormozlamasdan to'xtatish vaqt ko'p sarf bo'lishi sababli deyarli ishlatilmaydi.

8.1, b-rasmni tahlil qiladigan bo'lsak ma'lum bo'ladiki, ko'rib chiqilgan vaqt ichida poyezd barcha mavjud rejimlarda harakatlandi:

ishga tushishda tekis tezlangan ($f_K > w_K$; $f_K - w_K = \text{const}$);

tokli yurish tavsifiga ko'ra tezlangan ($f_K > w_K$);

tokli yurishda bir tekis ($f_K = w_K$);

toksiz yurishda sekinlashuvchi ($f_K = 0$, $b_T = 0$);

tormozlashda sekinlashuvchi ($w_K + b_T > 0$).

Poyezd harakatlanish egri chizig'ini qurish uchun solishtirma tezlashtiruvchi va sekinlashtiruvchi kuchlarni oldindan hisoblash va diagrammasini qurish lozim. Ushbu diagrammalarni lokomotiv tortish

kuchi, harakatga qarshilik tavsiflaridan, poyezd tormozlash kuchi va og'irligidan foydalanib hisoblanadi va quriladi.

Nazorat savollari

1. Tezlashuvchi kuch F_T yoki uning solishtirma qiymati f_T nolga teng bo'lgan holatni tushuntirib bering.
2. Solishtirma tezlashtiruvchi kuch f_T musbat va manfiy bo'lgan holatlarni tushuntirib bering.

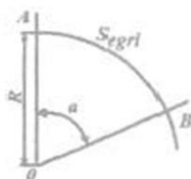
Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [3, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 13, 14]

IX. TORTISH HISOBLARI

9.1. Tortish hisoblarini bajarish uchun yo'l profilini o'rganish va uni hisob ishlarini bajarishga tayyorlash

Umumiy ma'lumotlar. Har qanday temir yo'l liniyasining asosiy hujjati bo'lib uning ko'ndalang profili chizmasi hizmat qiladi. Ushbu profilda liniya rejasi, qiyaliklar tikligi va uzunligi, egriliklar joylashishi va ularning radiusi, bekat va to'xtatish punktlari, o'tish joylari, sun'iy inshootlar joylashishi kabi ma'lumotlar saqlanadi. Ko'ndalang profililar to'liq va qisqa bo'lishi mumkin, farq – tasvir masshtabida. Temir yo'l to'liq rejasini 100 mm/km, qisqartirilganini - 20 mm/km masshtabda chiziladi.

Lokomotivning o'zgarmas ish rejimida va poyezd doimiy og'irligida uning tezligi profilning har bir elementida poyezd harakati qarshiligi o'zgarishiga bog'liq ravishda o'zgarishi mumkin. Shuning uchun tortish hisobini yo'l profili har bir elementida alohida amalga oshiriladi. Hisoblashni soddalashtirish maqsadida yo'lning haqiqiy ko'ndalang profili tayyorlanadi va bu uch jarayondan iborat: berilgan uchastka yo'l profili tahlil qilinib hisobiy balandlik tanlanadi; uzunligi uncha katta bo'lmagan elementlar guruhlanadi va yig'indi elementga ajratiladi (bunda to'g'rilash qoidasiga rioya qilish lozim); yo'lning egri uchastkalari "soxta" balandlikka almashtiriladi.



9.1-rasm. Yo'lning egrilikli uchastkasi sxemasi

Hisobiy balandlikni tanlash. Hisobiy balandlik – berilgan variantdagi yo'l profilning tortuvchi tarkib harakatlanishi uchun eng qiyin elementi, unda lokomotivning tarkib bilan hisobiy (bir tekis) tezligiga erishiladi.

Hisobiy element deb, profilning eng tik va ko'pincha eng uzun elementi qabul qilinadi. Ushbu elementga ko'tarilishni profilning oldingi elementlarida yig'ilgan kinetik energiya hisobiga tezlikni hisobiy tezlikdan kamaytirmasdan bosib o'tib bo'lmaydi.

1-namuna: yo'l profili berilgan. A-B uchastkada hisobiy ko'tarilishni o'rnatish.

0	+4.0	+10.0	+6.1	+12.9	+3.8	+4.3	0
1250	900	1450	750	5850	650	1450	1200
A			S = 800		S = 500		B
bekati			R = 1200		R = 550		bekati

*Tortish hisoblari qoidalarida qiyaliklarni quyidagicha belgilash qabul qilingan: ko'tarilish - "+", tushish - "-", maydoncha - "0", kasr suratida qiyalik qiymati sonning mingdan bir ulushida, maxrajida profil elementi uzunligi metrlarda ko'rsatilgan.

Hisobiy ko'tarilish sifatida ushbu holatda +10.0/ 1450 ni olamiz, chunki u bosib o'tish uchun eng qiyin uchastkadir. Poyezd A bekatdan qo'zg'aldi va kichik uzunlikdagi ko'tarilish boshlandi, mos ravishda hisobiy deb qabul qilingan balandlik oldidan poyezd tezligi uncha katta bo'lmaydi, natijada poyezdning kinetik energiyasi kattagina uzunlikdagi balandlikni (1450 m) "inersiya bilan" bosib o'tishga yetarli bo'lmaydi.

O'z navbatida profilning +12.9/5850 elementi A-B uchastkada eng tik bo'lsa ham, undan oldingi profil elementlari mashinistga poyezdni tezlashtirish imkonini beradi va poyezd to'plagan kinetik energiya hisobiga ushbu balandlikni bosib o'tish imkoni bo'ladi. Shuning uchun +5 ko'tarilishi A-B uchastkada eng qiyinidir (isbotlash uchun keyingi amaliy ishda qo'shimcha tekshiriladi).

Variantlar ichida profil tahlili xuddi shu tarzda bo'lmasligi ham mumkin, chunki bir yo'nalishdagi ikki va undan ortiq elementlar bosib o'tish qiyinligi jihatidan bir xil bo'lishi mumkin. Ushbu holatda quyidagicha yo'l tutish lozim. Hisobiy element sifatida solishtirilayotgan balandliklar ichida nisbatan kichikroq tiklikdagi balandlikni qabul qilish lozim. Boshqa balandlikni (tikrog'ini) "tekshirilayotgan balandlik" deb ataladi hamda profilni to'g'rilash jarayonida boshqa elementlar bilan guruhlanmaydi. Tanlangan hisobiy ko'tarilish to'g'ri ekanligini faqatgina 2 topshiriqni bajargandagina o'rnatish mumkin.

Yo'l profilini hisoblarni bajarishga tayyorlash. Poyezd harakati bilan bog'liq tortish hisoblarini bajarishda haqiqiy (berilgan) yo'l profili

elementlari sonini uzunligini kichkina elementlarni guruhlash va profil elementlari guruhlari har birini bitta yig'indi elementga ekvivalent almashtirish orqali kamaytiriladi (9.2-rasmga qarang). Bir vaqtning o'zida yo'ldagi barcha mavjud egriliklar "soxta" siga almashtiriladi.

Profilni oldindan tayyorlash (to'g'rilash) hisoblashni soddalashtirishdan tashqari ko'p holatlarda tortish hisoblarida doimiy yo'l qo'yiladigan xatoliklar oldini olish imkonini beradi. Faraz qilaylik yuk poyezdi harakatlanayotganda uning vagonlari bir vaqtning o'zida bir necha uzunligi kichkina elementlarda bo'lsin. Bu holatda poyezd harakatiga ushbu elementlar har birining alohida qarshiligini hisobga olishning ma'nosi yo'q, balki ularni bitta yig'indiga almashtirish maqsadga muvofiq.

Yig'indi profil qiyaligi tikligi i_c quyidagi formuladan topiladi, [‰]:

$$i'_c = \frac{\sum i_i S_i}{\sum S_i}, \quad (9.1)$$

bu yerda:

i_i – birlashtirilgan haqiqiy elementlar tikligi, [‰];

S_i – uzunligi, [m];

$\sum S_i$ – ularning yig'indi uzunligi, [m].

Tortish hisoblarida, masalan uchastkada poyezd yurish vaqtini aniqlashda katta xatoliklarga yo'l qo'ymaslik uchun profil haqiqiy elementlari guruhini bitta yig'indiga almashtirish mumkinligini tekshirish lozim. Ushbu tekshirish to'g'rilangan uchastkaga kiruvchi haqiqiy profilning har bir (i -chi) elementi uchun quyidagi formulaga asosan amalga oshiriladi, [m]:

$$S_i \leq \frac{2000}{|i'_c - i_i|}, \quad (9.2)$$

bu yerda:

$|i'_c - i_i|$ – to'g'rilangan va tekshirilayotgan qiyalik tikligi farqining mutlaq qiymati;

S_i – tekshirilayotgan qiyalik uzunligi.

Yo'l profilini tahlil qilishda egriligini "soxta" ko'tarilishga quyidagi formulaga ko'ra almashtiriladi, [‰]:

$$i''_c = \frac{700}{S_c} \sum_{i=1}^n \frac{S_{egr.i}}{R_i}, \quad (9.3)$$

bu yerda:

$S_{egr.i}$ – to'g'rilangan uchastka oralig'idagi egrilik uzunligi;

R_i – egrilik radiusi;

S_c – to'g'rilangan elementlarning uzunligi yig'indisi, [m]:

$$S_c = \sum_{i=1}^n S_i. \quad (9.4)$$

To'g'rilangan uchastka qiyaligining yakuniy tikligi (keltirilgan qiyalik), [%]:

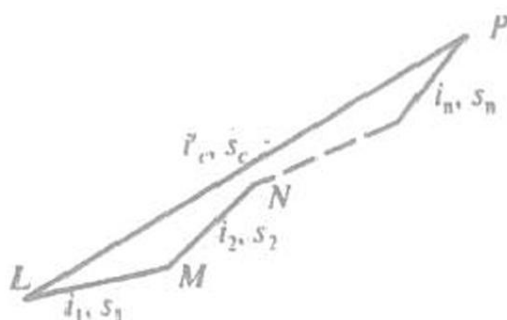
$$i_c = \pm i'_c + i''_c. \quad (9.5)$$

Odatda yuqoriga ko'tarilish "+", pastga tushish esa "-" ishorasi bilan belgilanadi.

Egriliklar sababli hosil bo'luvchi qo'shimcha qarshilik ta'siri o'rniga qo'yiluvchi "soxta" qiyalik qiymati hamisha musbatdir.

To'g'rilashning asosiy qoidalari:

1. To'g'rilashga profilning bir xil belgili va katta bo'lmagan uzunlikdagi yonma-yon yotuvchi elementlari kiradi. Maydonchalar ($0, \frac{0}{00}$) ixtiyoriy belgili qiyalik bilan to'g'rilanishi mumkin.
2. Hisobiy va tekshirilayotgan balandliklar hamda alohida punktlar (bekatlar) to'g'rilanmaydi.
3. Profilning to'g'rilanayotgan uchastkasiga kiruvchi har bir haqiqiy element (2) formula yordamida to'g'rilash mumkinligiga tekshiriladi.
4. Poyedlarning egrilikda harakatlanishida hosil bo'luvchi qo'shimcha qarshilik (3) formulaga ko'ra aniqlanuvchi "soxta" balandlik bilan hisobga olinadi.



9.2-rasm. Yo'l profilini to'g'rilash

2-namuna: birinchi namunada keltirilgan yo'l profilini tortish hisoblarini bajarish uchun tayyorlash.

Yechimi:

1) yo'l profilini tahlil qilish shuni ko'rsatadiki, bir guruh tuzib uni yig'indisiga almashtirish mumkin: +3.8/650; +4.3/1450; to'rtinchi va oltinchi elementlarda egrilik mavjud.

2) yig'indi qiyalik uchun egrilikni hisobga olmasdan (2) ga ko'ra aniqlaymiz:

$$i'_c = \frac{(3.8 \cdot 650 + 4.3 \cdot 1450)}{650 + 1450} = 4.0 \text{ ‰},$$

3) profilning har bir haqiqiy elementini (3) ga ko'ra to'g'rilanish imkoniyatiga tekshiramiz:

$$650 \leq \frac{2000}{|4.0 - 3.8|} = 9655 \text{ m};$$

$$1450 \leq \frac{2000}{|4.0 - 4.3|} = 21538 \text{ m}.$$

Barcha holatlarda tekshirish sharti bajarilyapti;

4) yig'indi uchastka uchun egrilikdan "soxta" balandlik qiymatini (1.4) formulaga ko'ra aniqlaymiz:

$$i''_c = \frac{700}{2100} \cdot \frac{500}{800} = +0.2 \text{ ‰}$$

5) yig'indi uchastkaning keltirilgan qiyaligi qiymati:

$$i_c = 4.0 + 0.2 = 4.2 \text{ ‰}$$

6) to'rtinchi elementdagi egrilik bilan ham xuddi shunday yo'l tutamiz:

$$i''_c = \frac{700}{650} \cdot \frac{800}{1200} = +0.7 \text{ ‰}$$

$$i_c = 6.1 + 0.7 = 6.8 \text{ ‰}$$

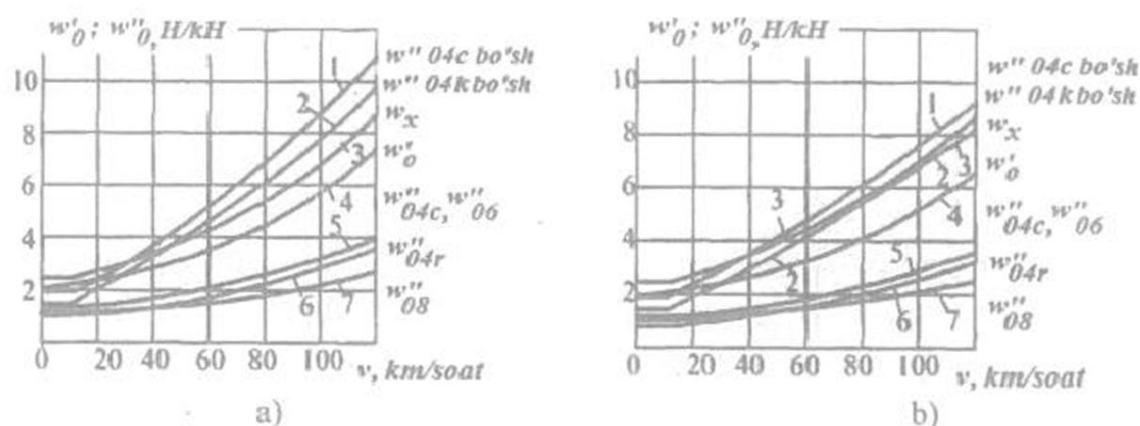
7) hisoblash natijalarini 6-jadvalga kiritamiz.

Profilni to'g'rilash hisobi

6-jadval

Elementning haqiqiy qiyaligi			Egriliklar		To'g'rilangan profil					Tekshirish
№ t/r	i , ‰	S , m	R_i , m	S_{xpi} , m	i'_c , ‰	i''_c , ‰	i_c , ‰	S , m	№	
1	0	500					0	1250	1	
2	+4.0	900					+4.0	900	2	
3	+10.0	1450					+10.0	1450	3	Hisobiy
4	+6.1	750	1200	800	+6.1	0.7	+6.8	750	4	

5	+12.9	5850					+12.9	5850	5	
6	+3.8	650	550	500	4.0	0.2	4.2	2100	6	650x9655
7	+4.3	1450							7	1450x21538
8	0	1200					0	1200	7	



9.3-rasm. Elektrovoz va vagonlar bo'g'inli (a) va tutashmasiz (b) yo'lda harakatlanganda asosiy solishtirma qarshilikning tezlikka bog'liqligi

9.2. Tarkib massasini hisoblash

Tarkib massasini aniqlash. Poyezd massasi – temir yo'l transporti samaradorligiga ta'sir qiluvchi eng muhim ko'rsatkichlardan biridir. Uni mumkin bo'lgan ko'lamlarda kattalashtirish liniyaning o'tkazuvchanlik qobiliyatini oshirish, tashish tannarxini tushirish va tashish iqtisodliligini oshirish, lokomotiv tortish kuchi va quvvatidan foydalanishni yaxshilash, poyezdlar tortishi uchun elektr energiya sarfini kamaytirish imkonini beradi. Shu bilan birgalikda tarkib massasi o'ta oshib ketishi lokomotiv tortuv elektr motori va boshqa qurilmalari tez buzilishiga olib kelishi mumkin.

Yuk tarkibi og'irligini yo'l profili, harakat tarkibi turi va mashinistning poyezd kinetik energiyasidan foydalanish pog'onasidan kelib chiqib lokomotiv tortish kuchi va quvvatidan to'liq foydalanish shartidan aniqlanadi.

Yo'l profili xarakteriga bog'liq ravishda yuk tarkibi og'irligini hisoblashni quyidagi harakat shartidan amalga oshiriladi:

- hisobiy balandlikda ravon (o'rnatilgan) tezlik bilan;
- qiyin balandlikda poyezd kinetik energiyasidan to'liq foydalanib notekis tezlik bilan.

Barcha holatlarda yuk tarkibining olingan hisobiy og'irligi maxsus tajriba yurishlar orqali tekshiriladi.

Hisobiy balandlikda poyezdning ravon (o'rnatilgan) tezlikdagi harakati. Yuk tarkibi og'irligini hisoblashning ushbu usulidan agar uchastkada balandlik mavjud bo'lib, uning atrofidagi profil elementlari va to'xtashlarni hisobga olib poyezd kinetik energiyasidan foydalanish mumkin bo'lmagan holatlarda foydalaniladi. Bunday balandlikni hisobiy balandlik i_H sifatida qabul qilinib unda poyezd eng kichik hisobiy ravon tezlik bilan harakatlanadi. Bunday balandlikda lokomotiv hisobiy tortish kuchi poyezd harakatiga asosiy va solishtirma qarshilikni yengib o'tishga sarflanadi.

Hisobiy balandlik uchun tortish kuchi egrilik bo'lmagan holatlarda, tk:

$$F_K = P(\omega'_0 + i_H) + Q(\omega''_0 + i_H),$$

bundan tarkib massasi, tk:

$$Q = \frac{F_K - P(\omega'_0 + i_H)}{\omega''_0 + i_H}. \quad (9.6)$$

Agar hisobiy balandlikda uzunligi poyezd uzunligiga teng yoki undan uzun bo'lgan egrilik (yoki bir nechta bir-biriga yaqin joylashgan egrilik) mavjud bo'lsa, unda poyezd harakatiga qarshilik egrilikdan qarshilik ω_r ga ko'payadi. Bu holatda tarkib hisobiy og'irligi, tk:

$$Q = \frac{F_K - P(\omega'_0 + i_H + \omega_r)}{\omega''_0 + i_H + \omega_r}, \quad (9.7)$$

bu yerda ω_r — egrilikda yoki radiusi kichik, bir-biriga yaqin joylashgan bir necha egriliklarda poyezd harakatlenganda poyezd harakatiga qo'shimcha solishtirma qarshilik, kgk/tk.

Hisobiy balandlikda kichik uzunlikdagi egriliklar bo'lganda ω_r ni "soxta" balandlik i_H'' orqali aniqlanadi. Bu holatda tarkibning hisobiy og'irligi:

$$Q = \frac{F_K - P(\omega'_0 + i_H + i_H'')}{\omega''_0 + i_H + i_H''}, \quad (9.8)$$

bu yerda i_H'' — katta tiklikdagi profil elementi rejasida to'g'rilangan yo'l uchastkasi qiyaligi, ‰.

Ma'lumki, lokomotiv tortish kuchi lokomotiv g'ildiraklari juftligi rels bilan ilashishi, TEM mumkin bo'lgan toki bilan cheklanadi. O'zgaruvchan tok elektrovozlarida tortishning hisobiy kuchini ilashishning cheklash liniyasining 29-holatdagi tortish tavsifi bilan kesishish nuqtasida qabul qilinadi. Hisobiy tezlik sifatida tortishning hisobiy kuchiga mos keluvchi tezlik qabul qilinadi.

Ko'p holatlarda texnik iqtisodiy hisoblar asosida tarkib hisobiy og'irligini katta tortish kuchi va kichik hisobiy tezlikda hisoblash maqsadga muvofiq keladi. Masalan o'zgaruvchan tok elektrovozlarida buni normal qo'zg'atishli TEM lar 25 — holati uchun qabul qilinadi.

Balandlikda tarkibni hisobiy tezlik bilan tortib ketayotgan elektrovoz soat rejimidagidan ham katta tok iste'mol qilganligi sababli tarkibning o'rnatilgan hisobiy og'irligi uchun TEM lar qizishga tekshiriladi.

Poyezdning kinetik energiyadan foydalangan holatdagi harakati. Ko'p holatlarda yo'l profiliga ko'ra tik balandliklar uchra uzun emasligiga va alohida punktlar joylashishiga ko'ra uchastka hisobiy balandligini aniqlash imkoni yo'q. Bu holatda kinetik energiyadan foydalanishni hisobga olib tarkib og'irligi analitik yoki grafik usulda aniqlanadi.

Analitik usul. Poyezd kinetik energiyasini haqiqiy kuchlarga tenglashtirilib, boshlang'ich V_b dan yakuniy V_{ya} tezlikkacha o'zgarish vaqtida bosib o'tilgan yo'l aniqlanadi.

$$\frac{P+Q}{q}(1+\gamma)1000 \frac{V_{ya}^2 - V_b^2}{2 \cdot 3,6^2} = (P+Q)(f_{ko'rt} - \omega_{ko'rt})S,$$

bu yerda V_b – balandlik boshida poyezd tezligi, km/s; V_{ya} – balandlik oxirida poyezd tezligi, odatda hisobiy tezlikka teng yoki unga yaqin bo'ladi; $f_{ko'rt} - \omega_{ko'rt} - V_b$ dan V_{ya} kacha ko'lamda poyezdga ta'sir qiluvchi o'rtacha tezlashtiruvchi kuch; S – tekshirilayotgan uchastka uzunligi. Bundan

$$S = \frac{(1+\gamma)1000}{9,81 \cdot 2 \cdot 3,6^2} \frac{V_{ya}^2 - V_b^2}{(f_{ko'rt} - \omega_{ko'rt})}.$$

$1+\gamma=1,06$ deb qabul qilsak

$$S = \frac{4,17 \cdot (V_{ya}^2 - V_b^2)}{(f_{ko'rt} - \omega_{ko'rt})}, \quad (9.9)$$

bu yerda $\omega_{ko'rt}$ – balandlikdan qarshilikni hisobga olib poyezd harakatiga o'rtacha solishtirma qarshilik.

(9.9) formuladan ko'rinib turibdiki boshlang'ich tezlik qanchalik katta va yakuniy tezlik qanchalik kichik bo'lsa lokomotiv bir xil sharoitda kattaroq og'irlikni tortishi mumkin ekan.

Grafik usul. Grafik usulda eng qiyin uchastka uchun $V(S)$ tezlik egri chizig'i quriladi. Egri chiziqni bir xil seriyadagi lokomotivda turli og'irlikdagi tarkib uchun quriladi. Keyin olingan og'irliklar va yakuniy tezliklar uchun $Q(V)$ egri chizig'i quriladi. Ushbu usuldan tekshirilayotgan uchastkada turli qiymatli balandliklar mavjud bo'lganda maqsadga muvofiq bo'ladi.

Nazorat savollari

1. Tarkib hisobiy massasi qanday holatlar uchun aniqlanadi?

2. Hisobiy balandlikda poyezdning ravon (o'rnatilgan) tezlik bilan harakati uchun tarkib massasi qanday topiladi?
3. Poyezdning kinetik energiyadan foydalangan holatdagi harakatida tarkib hisobiy og'irligi qanday topiladi?

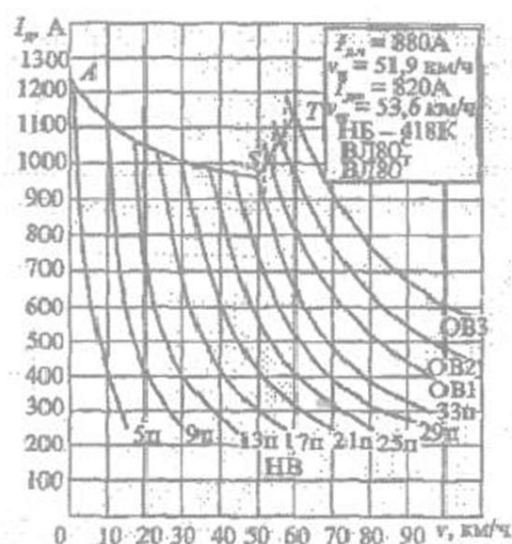
Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [1, 3, 5, 6, 7, 9]

9.3. EHT tok tavsiflari

O'zgaruvchan tokli EXT tortuv elektr motorlari tezlik va elektr tortish tavsiflari $v(I_D)$ va $F_{KD}(I_D)$ ni faqatgina rostlashning yuqori darajalari uchun keltiriladi. TEM qizishini hisoblash uchun barcha yurish holatlari va qo'zg'atishni rostlash barcha darajalari uchun o'zgartgich qurilmalar tashqi xarakteristikasini hisobga olib qurilgan tok tavsifi $I_D(v)$ bo'lishi lozim. Ushbu tavsiflarga g'ildiraklarning rels bilan ilashishiga ko'ra yoki ishga

tushirish toki olinadigan TEM kommutatsiyasiga ko'ra cheklovchi liniyalar chizilgan bo'lishi lozim.

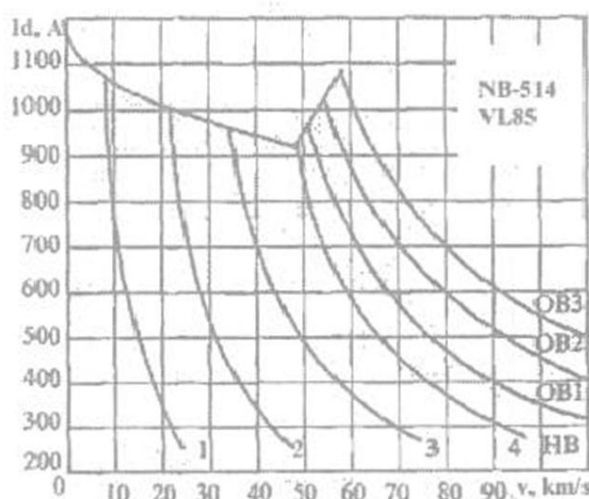
9.4-rasmda VL80^T va VL80^S elektrovozlari ishlashida barcha yurish holatlari uchun NB-418K tortuv elektr motori tok tavsifi $I_D(v)$ keltirilgan. Unda g'ildiraklarning rels bilan ilashishiga ko'ra tokni cheklash chizig'i AS chizilgan, qo'zg'atishni sustlash holatiga o'tish vertikal shtrix chiziq bilan va ushbu o'tishlarda



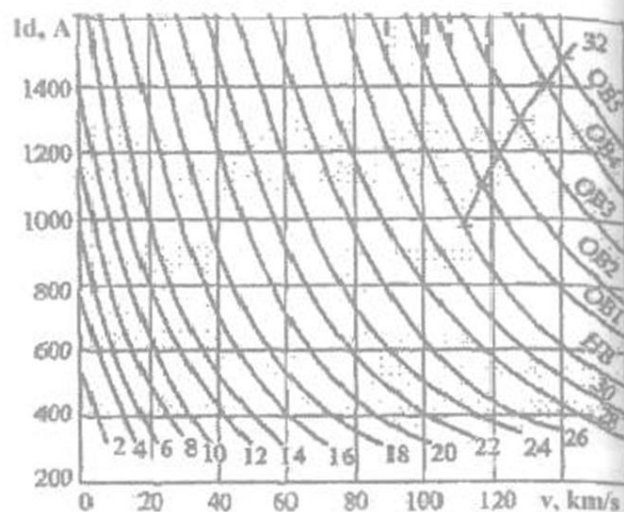
9.4-rasm. VL80^T va VL80^S elektrovozlari NB-418K TEM $I_D(v)$ tok tavsifi

o'rtacha toklar (ST chiziq) ko'rsatilgan.

9.5-rasmda to'rtta rostlash zonalari uchun VL85 elektrovozi NB-514 TEM ning analogik tavsifi keltirilgan. 6-rasmda CHS4^T va CHS4 elektrovozlari AL-4442nP TEM ning tok tavsifi $I_D(v)$ kommutatsiyaga ko'ra tokni cheklash (AST chizig'i) va qo'zg'atishni sustlash holatlari OV1—OV4 ga o'tishda tok o'zgarishi (shtrixli vertikal chiziqlar) bilan keltirilgan.



9.5-rasm. VL85 elektrovozi NB-514 TEM i tok tavsifi $I_D(v)$



9.6-rasm. CHS4^T va CHS4 elektrovozlari AL-4442nP TEM ning tok tavsifi $I_D(v)$

Elektrotexnika kursidan ma'lumki, o'zgaruvchan tok tizimida tok sarfini EHT iste'mol qilgan tokka ko'ra emas, balki uning aktiv tashkil etuvchisiga ko'ra aniqlanadi. Mos ravishda o'zgaruvchan tok tizimida EHT va elektr ta'minot tizimi tortuvchi transformatorlari chulg'amlaridagi yuklama aniqlanuvchi elektrovoz yoki elektropoyezd iste'mol qiluvchi to'liq tok I_D nigina emas, balki uning aktiv tashkil etuvchi I_{DA} ni ham bilish lozim. Shu sababli I_D va I_{DA} tok tavsiflarini bilish yo'l funksiyasida toklar egri chizig'ini chizish imkoniyatini beradi.

EHT tortuvchi transformatori birlamchi chulg'amidan oquvchi tokning amaldagi qiymati I_d ni tezlik v ga bog'liqligini ko'rsatuvchi tok tavsifini o'zgartgich qurilma parametrlarini hisobga olgan holda $I_D(v)$ tok tavsifi asosida qurish mumkin.

To'g'rilashning ko'prik sxemasida xususiy ehtiyojga elektr energiya sarfini hisobga olmagan holda transformator birlamchi chulg'ami amaldagi toki I_1 qiymati

$$I_1 = \frac{I_2}{k_T},$$

bu yerda I_2 — transformator ikkilamchi chulg'aming amaldagi tok qiymati, A;

k_T — transformatsiya koeffitsiyenti. Har birida o'zgartgich qurilma mavjud bo'lgan n_T sektsiyadan tashkil topgan EHT to'liq toki,

$$I_d = I_1 n_T,$$

yoki to'g'rilashning ko'prikli sxemasida $I_2 = k_{ef} I_q$ bo'lganligi uchun

$$I_d = \frac{n_T I_q k_{ef}}{k_T}$$

bu yerda k_{ef} – o'zgaruvchan tok samaradorlik koeffitsiyenti.

Transformatsiya koeffitsiyentini $k_T = 0,9 \frac{U_T}{U_{qc}}$ dan; to'g'rilangan tokni esa $I_T = a I_d$ ifodadan aniqlanadi, bu yerda a elektrovoz seksiyasida yoki motor vagonda TEM lari parallel zanjirlari soni.

Ushbu ifodani formulaga qo'yib to'liq tokni olamiz, A,

$$I_d = \frac{a n_T U_{qc}}{0,9 U_T} k_{ef} I_D.$$

Ushbu formuladan foydalanib I_D tokning har bir qiymati uchun EHT iste'mol qiladigan tokni topish mumkin, ya'ni tok tavsifini qurish mumkin.

Nazorat savollari

1. Elektrovozlar tok tavsiflarini ta'riflab bering.
2. EHT iste'mol qiladigan tokni aniqlash va unga ko'ra tok tavsifini qurish usullarini keltiring.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [1, 3, 5, 6, 7, 9]

9.4. Tarkib massasini hisoblash

Poyezd massasini hisoblashda eng katta tortish kuchini TEM lar kommutatsiyasi yoki g'ildiraklarning rels bilan ilashishiga ko'ra cheklashni hisobga olib tanlanadi. Biroq ushbu cheklashlardan tashqari elektr harakat tarkiblarida TEM lar quvvatidan foydalanish yoki qizishiga ko'ra cheklashni ham hisobga olish kerak.

Oldin TEM lar ishlashida ularning qismlari va detallari qizishiga olib keluvchi energiya yo'qotish mavjudligi aytib o'tilgandi. Elektr mashinalar qizishi quvvat yo'qotish, qizish davomiyligi va sovutish uzluksizligiga bog'liq bo'ladi. Mashina chulg'amlari orqali qanchalik katta tok oqib o'tsa undagi energiya yo'qotish shuncha katta va uning qismlari (birinchi navbatda chulg'amlar va kollektor) qattiqroq qiziydi.

Elektr mashinalar qizishini kamaytirish uchun ularni ventelyator yordamida tashqariga uzatiluvchi havo yordamida sovutiladi. Havo mashina ichidan o'tadi va issiqlikning bir qismini o'ziga oladi. Majburiy shamollatishli TEM lar uchun ular orqali puflanadigan havo nominal qiymati o'rnatiladi. O'z – o'zini shamollatuvchi TEM larda ventelyator

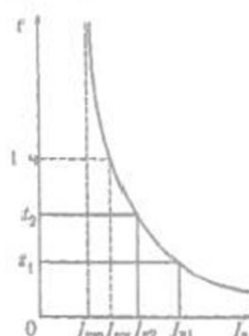
parragi yakor valiga o'rnatiladigan va shamollatish uzluksizligi yakor aylanish tezligiga bog'liq bo'ladi.

TEM lar izolyatsiyalarida haroratning mumkin bo'lgan oshishi

7-jadval

Izolyatsiya sinfi	Izolyatsiya komponentlari	Haroratning mumkin bo'lgan oshishi, °S		
		Aylanuvchi qismlar chulg'ami	Aylanmaydigan qismlar chulg'ami	kollektor
V	Slyuda va organik bog'lovchi asbest asosida	120	130	95
F	Slyuda va sintetik bog'lovchi asbest va shisha tola asosida	140	155	95
N	Slyuda va kremniyorganik bog'lovchi shisha tolali asbest asosida	160	180	105

Qizish miqdori kichik bo'lgan holatlarda izolyatsiya materiallari o'zining izolyatsion xossalarini uzoq vaqt saqlab qoladi. Yuqori haroratlarda izolyatsiya tez eskiradi va o'zining izolyatsion xossalarini yo'qotadi. TEM chulg'amlari qizishi izolyatsiya sinfi – V, F, N larga bog'liq ravishda turli haroratlargacha ruxsat etiladi.



9.7-rasm. Elektr mashinalar tortuv chulg'amlari mumkin bo'lgan haroratgacha qizishining tokga bog'liqligi

Fizik tana qizish jarayonini ko'rayotganda, tana qizish haroratidan emas, balki ushbu haroratning atrof muhit haroratidan oshishini ko'rish qulay. Quyidagi jadvalda izolyatsiya sinfi, uning komponentlari, TEM chulg'amlari haroratining mumkin bo'lgan qiymati, keltirilgan. Atrof-muhit harorati sifatida meteorologik stantsiya ma'lumotlaridan foydalaniladi. Agar $t_{m \max}$ 40 °S dan katta bo'lsa, mumkin bo'lgan haroratni $t_{TH \max}$ -40 °S ga teng bo'lgan gradusga kamaytiriladi.

F sinfidagi izolyatsiya VL85, VL65 VL82^M, VL82 elektrovozlar TEM larida qo'llanilgan. N sinfidagi izolyatsiya CHS4^T va CHS4 lokomotivlari tortuv elektr motorlari yakorlari chulg'amida qo'llanilgan. Boshqa lokomotivlar TEM larida V sinfidagi izolyatsiya qo'llanilgan.

Katta tokda TEM chulg'amlari tez, kichik tokda sekin, mumkin bo'lgan haroratgacha qiziydi.

Nazorat savollari

1. TEM larda necha turdagi izolyatsiya qo'llanilgan?
2. F sinfidagi izolyatsiya qanday lokomotivlarda qo'llanilgan?
3. N sinfidagi izolyatsiya qanday lokomotivlarda qo'llanilgan?
4. V sinfidagi izolyatsiya qanday lokomotivlarda qo'llanilgan?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [5, 6, 7]

X. TALABALAR MUSTAQIL ISHLARI

10.1. Tezyurar "O'ZBEKISTON" elektrovozi mexanik qismlari

Tortish yuritmasi elementlari. O'zbekiston uchun o'zgaruvchan tokli yuritmalik elektrovozlar "O'zbekiston temir yo'llari" magistral temir yo'l uchastkalarida asosan yuk va yo'lovchi tashish uchun mo'ljallangan. Ushbu elektrovoz mexanik qurilmalarining asosiy o'ziga xosligi quyidagilardan iborat.

Elektrovoz uchta ikki o'qli aravachalarga ega bo'lib, ikkitasi chekka (10.1-rasm), bittasi oraliq aravacha (10.2-rasm) hisoblanadi.

Birlamchi resor osmasi – silindrsimon vintli prujinadan, ikkilamchi resor osmasi – rezina qo'yilmali silindrsimon vintli prujinadan iborat. Vertikal va ko'ndalang gidravlik amortizatorlar ham mavjud.

Bir tomonlama qattiq to'g'ri tishli uzatma usuli qo'llaniladi.

Tortuv motorlari rolik podshipnikli motor – o'qli osmali bo'ladi.

Markaziy pastki holatda egik tortishli ikki taktli tortish qurilmasi qo'llaniladi.

Aravachaning asosiy texnik parametrlari

Yurish qismi fo'rmulasi	$B_0 - B_0 - B_0$
Koleyasi, mm	1520
Relsga o'qdan tushadigan yuklama, t	23
Bazasi, mm	2800
G'ildirak diametri, mm (yangi/ruxsat etilgan)	1250 (1160)
Ikki chekka aravachalar makazlari orasidagi masofa, mm	7200x2
G'ildirak juftligi ichki yonlari orasidagi masofa, mm	1440
Burilishlarda minimal o'tish radiusi, m	125
Tortish kuchi (qo'zg'olishda), kH	450-470
Yuritma usuli	Tog'ri tishli bir tomonlama
Tishli uzatma soni	6,235 (106/17)

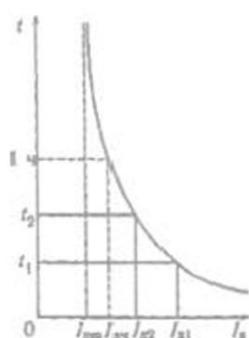
parragi yakor valiga o'rnatiladigan va shamollatish uzluksizligi yakor aylanish tezligiga bog'liq bo'ladi.

TEM lar izolyatsiyalarida haroratning mumkin bo'lgan oshishi

7-jadval

Izolyatsiya sinfi	Izolyatsiya komponentlari	Haroratning mumkin bo'lgan oshishi, °S		
		Aylanuvchi qismlar chulg'ami	Aylanmaydigan qismlar chulg'ami	kollektor
V	Slyuda va organik bog'lovchi asbest asosida	120	130	95
F	Slyuda va sintetik bog'lovchi asbest va shisha tola asosida	140	155	95
N	Slyuda va kremniyorganik bog'lovchi shisha tolali asbest asosida	160	180	105

Qizish miqdori kichik bo'lgan holatlarda izolyatsiya materiallari o'zining izolyatsion xossalarini uzoq vaqt saqlab qoladi. Yuqori haroratlarda izolyatsiya tez eskiradi va o'zining izolyatsion xossalarini yo'qotadi. TEM chulg'amlari qizishi izolyatsiya sinfi – V, F, N larga bog'liq ravishda turli haroratlargacha ruxsat etiladi.



9.7-rasm. Elektr mashinalar tortuv chulg'amlari mumkin bo'lgan haroratgacha qizishining tokga bog'liqligi

Fizik tana qizish jarayonini ko'rayotganda, tana qizish haroratidan emas, balki ushbu haroratning atrof muhit haroratidan oshishini ko'rish qulay. Quyidagi jadvalda izolyatsiya sinfi, uning komponentlari, TEM chulg'amlari haroratining mumkin bo'lgan qiymati, keltirilgan. Atrof-muhit harorati sifatida meteorologik stantsiya ma'lumotlaridan foydalaniladi. Agar $t_{m \max}$ 40 °S dan katta bo'lsa, mumkin bo'lgan haroratni $t_{TH \max}$ -40 °S ga teng bo'lgan gradusga kamaytiriladi.

F sinfidagi izolyatsiya VL85, VL65 VL82^M; VL82 elektrovozlar TEM larida qo'llanilgan. N sinfidagi izolyatsiya CHS4^T va CHS4 lokomotivlari tortuv elektr motorlari yakorlari chulg'amida qo'llanilgan. Boshqa lokomotivlar TEM larida V sinfidagi izolyatsiya qo'llanilgan.

Katta tokda TEM chulg'amlari tez, kichik tokda sekin, mumkin bo'lgan haroratgacha qiziydi.

Nazorat savollari

1. TEM larda necha turdagi izolyatsiya qo'llanilgan?
2. F sinfidagi izolyatsiya qanday lokomotivlarda qo'llanilgan?
3. N sinfidagi izolyatsiya qanday lokomotivlarda qo'llanilgan?
4. V sinfidagi izolyatsiya qanday lokomotivlarda qo'llanilgan?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [5, 6, 7]

X. TALABALAR MUSTAQIL ISHLARI

10.1. Tezyurar "O'ZBEKISTON" elektrovozi mexanik qismlari

Tortish yuritmasi elementlari. O'zbekiston uchun o'zgaruvchan tokli yuritmalik elektrovozlar "O'zbekiston temir yo'llari" magistral temir yo'l uchastkalarida asosan yuk va yo'lovchi tashish uchun mo'ljallangan. Ushbu elektrovoz mexanik qurilmalarining asosiy o'ziga xosligi quyidagilardan iborat.

Elektrovoz uchta ikki o'qli aravachalarga ega bo'lib, ikkitasi chekka (10.1-rasm), bittasi oraliq aravacha (10.2-rasm) hisoblanadi.

Birlamchi resor osmasi – silindrsimon vintli prujinadan, ikkilamchi resor osmasi – rezina qo'yilmali silindrsimon vintli prujinadan iborat. Vertikal va ko'ndalang gidravlik amortizatorlar ham mavjud.

Bir tomonlama qattiq to'g'ri tishli uzatma usuli qo'llaniladi.

Tortuv motorlari rolik podshipnikli motor – o'qli osmali bo'ladi.

Markaziy pastki holatda egik tortishli ikki taktli tortish qurilmasi qo'llaniladi.

Aravachaning asosiy texnik parametrlari

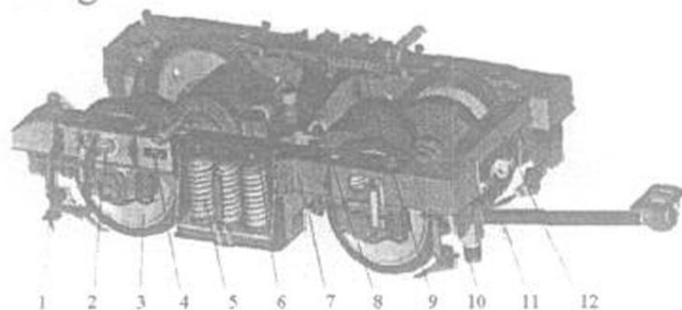
Yurish qismi fo'rmulasi	$B_0 - B_0 - B_0$
Koleyasi, mm	1520
Relsga o'qdan tushadigan yuklama, t	23
Bazasi, mm	2800
G'ildirak diametri, mm (yangi/ruxsat etilgan)	1250 (1160)
Ikki chekka aravachalar makazlari orasidagi masofa, mm	7200x2
G'ildirak juftligi ichki yonlari orasidagi masofa, mm	1440
Burilishlarda minimal o'tish radiusi, m	125
Tortish kuchi (qo'zg'olishda), kH	450-470
Yuritma usuli	Tog'ri tishli bir tomonlama
Tishli uzatma soni	6,235 (106/17)

Tortuvchi motorlar osmasi	motor-o'qli podshipnikli	yarim osma
Tortuv elektr motorlari validagi quvvat, kVt		1020
Tortuv usuli	markaziy joylashgan va ikki	kaskadli qiya tortqi
Tortuv nuqtasi balandligi, mm		245/20
Aravachalar:		
Birinchi statik egilish, mm		53
Ikkinchi statik egilish, mm		105/101

Aravachalar ramalari tuzilishi. Aravacha ramasi aravchanning asosiy uzeli bo'lib, unda barcha detallar va uzellar o'rnatiladi, barcha yo'nalishlardagi kuch va yuklamalarni uzatish uchun xizmat qiladi.

Chekka va o'rta aravachalar ramalari po'latdan yaxlit payvandlangan konstruksiyaga ega bo'lib, bo'ylama balka, ikkita ko'ndalang balka bitta U-simon ko'rinishdagi o'rta balka va turli kronshteynlardan tarkib topgan. (konstruksion cheklanishlar sababli chekka ramalar bitta ko'ndalang balkaga ega). Chekka va o'rta ramalar tuzilishi mos ravishda 5.3- va 5.4-rasmlarda ko'rsatilgan.

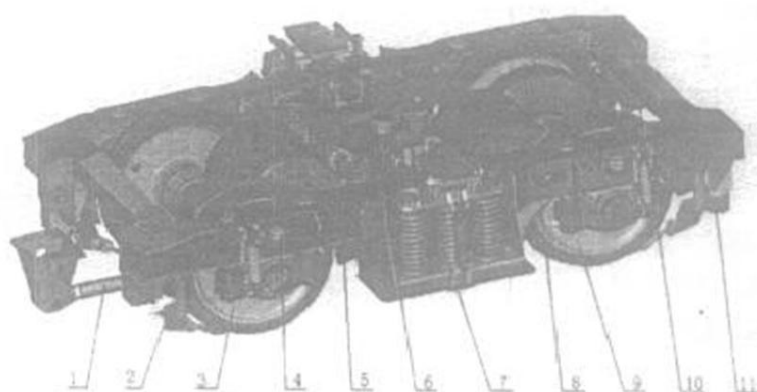
Yon balkalar po'lat listlardan payvandlangan, to'rtburchak ko'ndalang kesimga ega. Yon balkalarga chayqalishni cheklovchi tirgak, ko'tarish uchun kronshteyn, birlamchi - ikkilamchi osma vertikal amortizatorlari uchun kronshteyn, richagli tormoz tizimi osmasi uchun kronshteyn va boshqalar payvandlangan.



10.1-rasm. Chekka aravacha

1-bandajni moylash qurilmasi; 2-birlamchi osma; 3-mashinalar va g'ildirak juftliklari yuritmasi; 4-aravacha belgisi; 5-ikkilamchi osma; 6-yondashish qurilmasi; 7-rama; 8-motor osmasi; 9-havo o'tkazgich; 10-asosiy tormoz qurilmasi; 11-tortuv qurilmasi; 12-tortuv yuritmasi

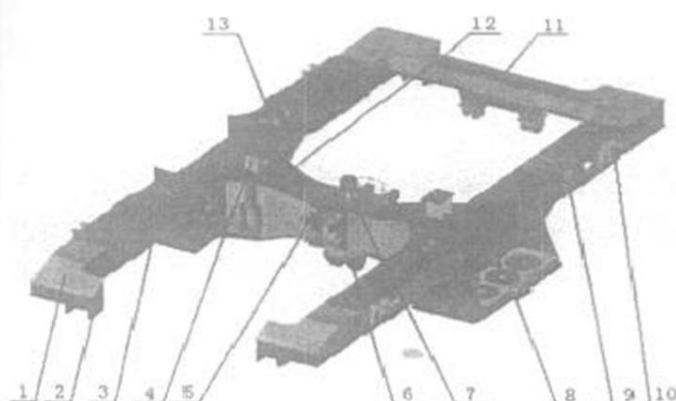
U-simon o'rta balka yonlaridan o'rta qismda tortuv motorlari osmasi uchun kronshteyn, yuqori yuzasi o'rta qismiga esa havfsizlik uchun tortuvchi podpyatnik, pastki yuzasi o'rtasida yuritma uchun kronshteyn o'rnatilgan. Chekka qismlariga esa ko'ndalang va vertikal tayanchlar payvandlangan, o'rta ramada esa ko'ndalang tayanchlar va tortuv sterjeni uchun kronshteynlar o'rnatilgan.



10.2-rasm. O'rta aravacha

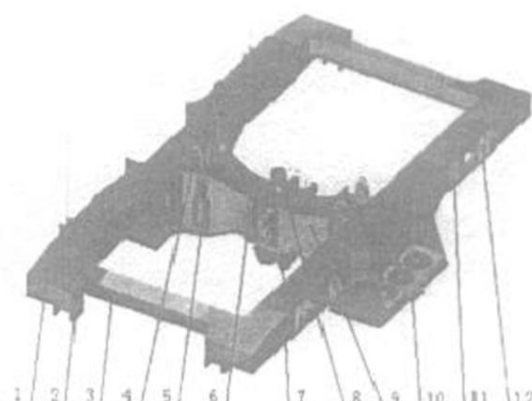
1-tortuv qurilmasi; 2-rama; 3,9-mashinalar va g'ildirak juftliklari yuritmasi;
4-birlamchi osma; 5-motorlar osmasi; 6-yondashuv qurilmasi; 7-ikkilamchi osma;
8-aravacha belgisi; 9-havo o'tkazgich; 10-tortuv qurilmasi; 11-asosiy tormoz qurilmasi

Chekka balkalarga tormozlash uchun konsollar, chekka aravachalarga esa qo'shimcha tortuv sterjeni uchun kronshteynlar payvandlangan. Cheklanishlar hisobiga chekka aravacha chekka balkasi o'rtasidan kesilgan holda bajarilgan.



10.3-rasm. Chekka rama

1-yon balka; 2-tormozlash richagli tizimi osmasi kronshteyni; 3-chayqalishni cheklovchi tirgak;
4-ko'ndalang tirgak kronshteyni; 5-tortuvchi motor osmasi kronshteyni; 6-tortqi kronshteyni;
7-xavfsizlik uchun podpyatnik; 8-ikkilamchi osma vertikal amortizatori osmasi kronshteyni;
9-ko'tarish uchun kronshteyn; 10-birlamchi osma vertikal amortizatori osmasi kronshteyni;
11-chekka balka; 12-o'rta balka; 13-ko'ndalang amortizator birikmasi uchun kronshteyn.



10.4-rasm. O'rta rama

1- yon balka; 2- tormozlash richagli tizimi osmasi uchun konsol; 3- chekka balka;
4- tortuv-chi sterjen uchun kronshteyn;
5- ko'ndalang tirgak uchun kronshteyn;
6- tortuvchi motor osmasi kronshteyni;
7- tortqi kronshteyni; 8- xavfsizlik uchun podpyatnik; 9- o'rta balka; 10- ikkilamchi osma vertikal amortizatori osmasi kronshteyni; 11- ko'tarish uchun kronshteyn; 12- birlamchi osma vertikal amortizatori osmasi kronshteyni.

Aravacha ramasiga tortish zo'riqishini uzatilishi. Aravacha ramasi uning asosiy qismi bo'lib, boshqa qismlarni montaj qilish va barcha yo'nalishlardagi zo'riqishni uzatish hamda g'ildiraklar juftligini ushlab

turish uchun xizmat qiladi. Oxirgi va o'rta rama po'latdan to'liq payvandlab yasalgan, p – shaklli o'rta ko'ndalang va 2 bo'ylama to'sinlardan va turli kronshteynlardan tashkil topgan. Oxirgi va o'rta ramalar ko'rinishi rasmlarda keltirilgan.

Yon taraflar listli po'latdan payvandlangan, ularning konstruksiyasi qutisimon kesimga ega.

Yon to'sin o'rtasiga TEM osmasi uchun kronshteyn, pastida yuritma uchun kronshteyn o'rnatilgan.

Nazorat savollari

1. Tortish kuchi qanday hosil bo'ladi?
2. Tortish reduktori qanday ishlaydi?
3. Tortuv motori qanday ishlaydi?
4. Tortish kuchi buksadan aravacha ramasiga qanday uzatiladi?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [2, 11, 15]

10.2. VL-80C elektrovozi tezligini rostlashni tadqiq qilish

Elektrovozni ishga tushirish va tezligini rostlash. VL-80C elektrovozi 50 Gts chastotali 25000 V kuchlanishda kontakt tarmog'i elektrlashtirilgan uchastkalarda yuk poyezdlarini tortish uchun mo'ljallangan.

Hisobiy balandlikda elektrovoz 48,5 tk tortish kuchida 44 km/s tezlikda yura oladi. Yo'ning yengil uchastkalarida elektrovoz 110 km/s tezlik bilan harakatlana oladi. Elektrovoz 6320 kVt umumiy quvvatga ega bo'lib, ikki seksiyadan iborat. Har bir seksiyada to'rtta TEM bo'lib, har bir TEM 950 V kuchlanishga mo'ljallangan, 880 A tok iste'mol qilib 790 kVt quvvat ishlab beradi. VL-80C elektrovozida o'zgarmas tokli ketma-ket qo'zg'atishli TEM qo'llanilgan. Ushbu TEM larda sodda konstruksiyali, foydalanishda yuqori ishonchli va tortish hossalari birgalikda jamlangan.

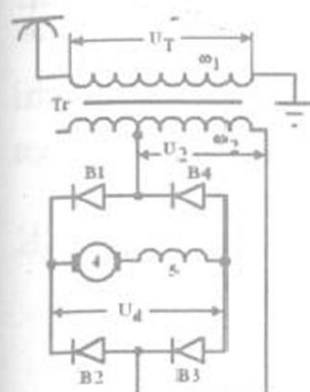
O'zgarmas tok TEM lari ta'minoti o'zgaruvchan tok kontakt tarmog'idan pasaytiruvchi transformator va B_1-B_4 to'g'rilagich orqali amalga oshiriladi (10.5-rasm).

Transformator birlamchi chulg'amiga qo'yilgan, kontakt tarmog'i kuchlanishi U_1 ning ikkilamchi chulg'am kuchlanishi U_2 ga munosabati ushbu chulg'amlardagi o'ramlar soni (mos ravishda w_1 va w_2) munosabatiga teng va transformatsiya koeffitsiyenti deb ataladi.

$$\frac{U_T}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} = K_T$$

Transformator ikkilamchi chulg'amidagi o'zgaruvchan kuchlanishning amaldagi qiymati:

$$U_2 = U_T \frac{W_1}{W_2} = \frac{U_T}{K_T}$$

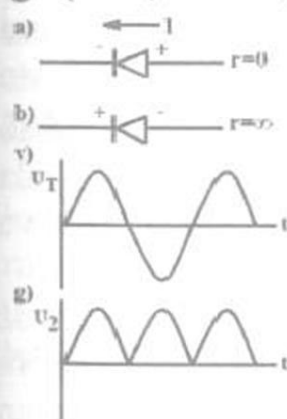


10.5-rasm.

Ushbu kuchlanishni o'zgarmasga o'tkazish uchun $B_1 - B_2$ ventellar to'rtta guruhidan tashkil topgan to'g'rilagichdan foydalaniladi. Har bir ventil yarim o'tkazgich asbob bo'lib, uning qarshiligi qiymati qo'yilgan kuchlanish qutbiga bog'liq bo'ladi. Agar qo'yilgan kuchlanish qutbliligi 10.6, a-rasmga to'g'ri kelsa, ventil nolga yaqin kuchlanishga ega bo'ladi.

Ventil orqali oqib o'tuvchi tok yo'nalishi 5, a-rasmda strelka bilan ko'rsatilgan bo'lib, ushbu yo'nalish o'tkazuvchi deb ataladi. Qo'yilgan kuchlanish qutbi o'zgarishida (10.6, b-rasm) ventil cheksiz qarshilikka ega bo'ladi. Bunday yo'nalishni o'tkazmaydigan deb ataladi.

Transformator ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanish sinusoidal shaklga ega (10.6, v-rasm).



10.6-rasm

Transformator ikkilamchi chulg'amidagi kuchlanish musbat yarim to'lqini $B_1 - B_3$ ventil, manfiy yarim to'lqin esa $B_2 - B_4$ ventil orqali o'tadi. Natijada to'g'rilangan o'zgaruvchi kuchlanish pulsatsiyalanuvchiga o'tkaziladi (10.6, g-rasm) va TEM ga keltiriladi.

To'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymati U_d bilan belgilanadi. Indeks d inglizcha *direct* - to'g'ri, to'g'rilangan so'zidan kelib chiqadi.

Sinusoidal kuchlanish U_2 amaldagi qiymati va to'g'rilangan kuchlanish U_d o'rtacha qiymati o'rtasidagi munosabat quyidagicha:

$$U_d = 0,9 \cdot U_2$$

To'g'rilangan tok I_d oshishi bilan to'g'rilangan kuchlanishning o'rtacha qiymati kamayadi:

$$U_d = 0,9 \cdot U_2 - I_d \cdot r_E,$$

bu yerda, r_E - to'g'rilash qurilmasi ekvivalent qarshiligi.

To'g'rilangan kuchlanish o'rta qiymati U_d ning to'g'rilangan tok I_d ga bog'liqligi to'g'rilagichning tashqi tavsifi deb ataladi (7-rasm). To'g'rilash

qurilmasi $I_d = 0$ da beradigan eng katta to'g'rilangan kuchlanishni salt yurish kuchlanishi U_{d0} deb ataladi.



7-rasm.

TEM yakori aylanishida uning chulg'amida magnit oqimi F va elektrovoz harakatlanish tezligi v ga proporsional E aylanish EYUK si induksiyanadi:

$$E = C_U F v,$$

bu yerda, C_U – TEM chulg'ami tuzilishi, aylanuvchi g'ildiraklar diametri hamda ular orasida va yakor orasidagi munosabatga bog'liq bo'lgan doimiy koeffitsiyent.

TEM ga qo'yilgan to'g'rilagich kuchlanishi U_d TEM aylanish EYUK si va uning chulg'amidagi kuchlanish pasayishi bilan muvozanatlanadi.

$$U_d = C_U F v + I r_d$$

Bundan elektrovoz harakatlanish tezligi:

$$v = \frac{U_d - I r_d}{C_U F}$$

TEM toki oshishida yuqoridagi formula surati U_d kuchlanish pasayishi $I r_d$ va to'g'rilangan kuchlanish pasayishi natijasida kamayadi. I tok o'sishi bilan bir vaqtda kasr suratida turgan magnit oqimi F oshadi, natijada TEM toki I o'sishi elektrovoz tezligi v pasayishiga olib keladi.

O'zgaruvchan tok elektrovozi tezligi U_{d0} kuchlanish o'zgarishi va TEM ni qo'zg'atishga bog'liq bo'ladi. Transformator ikkilamchi chulg'ami o'ramlari sonini o'zgartirish U_{d0} katta ko'lamda va kichik pog'ona bilan o'zgartirish imkonini beradi. Anchagina energiya yo'qotishga sabab bo'luvchi ishga tushirish rezistorlari o'zgaruvchan tok elektrovozlarida kerak emas, TEM lar guruhlanishini qayta ulash ko'zda tutilmagan va TEM lar hamisha parallel ulangan.

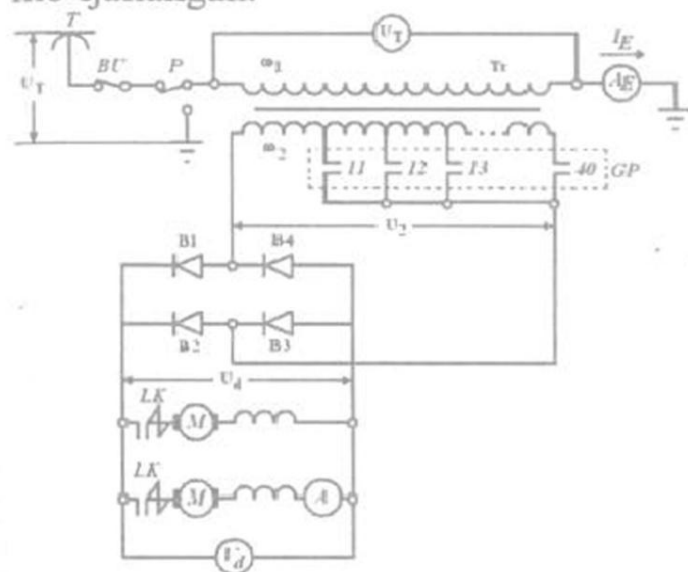
Elektrovoz kuch zanjiri va asosiy elektr apparatlari. Elektrovoz kuch zanjiri deb, TEM lar va elektrovoz ishga tushirish toki, tortish kuchi va tezligi hamda harakat yo'nalishini o'zgartirish va xavfli rejimlardan himoyalash uchun zarur bo'lgan elektr apparatlardan iborat elektr zanjiriga aytiladi.

Elektr sxemasi – masshtab saqlanmagan holda shartli grafik belgilar yordamida elektr zanjiri tasvirlangan chizmadir. VL80S elektrovozi bir seksiyasi kuch zanjirining soddalashtirilgan elektr sxemasi 10.8-rasmda keltirilgan.

Elektrovoz kuch zanjiri ta'minotni kontakt tarmog'idan T tok qabul qilgich orqali oladi.

Bosh uzgich BU tortuv transformatorini kontakt tarmog'idan elektrovoz kuch zanjirida qisqa tutashuv bo'lganda avtomatik uzish hamda

tok qabul qilgichni tushirishdan oldin kuch zanjirini ajratish uchun mo'ljallangan.



10.8-rasm.

Uzgich kontaktlari quvursimon chinni izolyator ichiga joylashtirilgan. Kontaktlar ajralishida yuzaga keladigan elektr yoyi qisilgan havo oqimi bilan o'chiriladi. Elektr xavfsizlik qoidasiga ko'ra tarmoqdan uzilgan elektr zanjirida ko'rinib turuvchi ajralish bo'lishi lozim. Shuning uchun elektrovoz kuch zanjiriga *P* ajratgich kiritilgan bo'lib, u *BU* o'chirilgandan so'ng

zanjirning ko'rinib turuvchi ajralishini hosil qiladi.

Tortuvchi transformator *Tr* kontakt tarmog'i kuchlanishini TEM lar uchun keltirilgan kuchlanishgacha pasaytirishga mo'ljallangan. Transformatorlarda birlamchi va ikkilamchi chulg'amlar mavjud bo'lib, elektrotexnik po'lat varaqlaridan terilgan o'zakka joylashtirilgan. Birlamchi chulg'amga kontakt tarmog'i kuchlanishi keltiriladi. Ikkilamchi chulg'amning qo'shimcha chiqishlari mavjud bo'lib, ularni qayta ulash orqali to'g'rilagichga keltiriladigan kuchlanish qiymatini o'zgartirish mumkin.

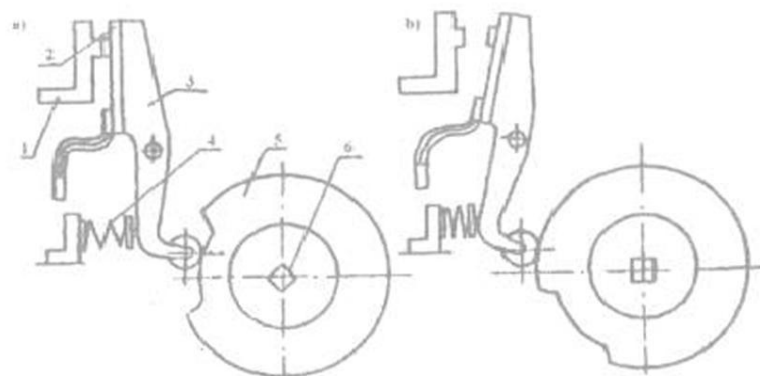
Guruhli qayta ulagich *GP* transformator ikkilamchi chulg'ami kuchlanishini uning chiqishlarini qayta ulash orqali rostlash uchun mo'ljallangan. Guruhli qayta ulagichning asosiy elementi kontaktor bo'lib, u qo'zg'almas 1 va qo'zg'aluvchi 2 kontaktlar, 1 va 2 kontaktlarni qisishga harakat qiluvchi dastak 3 va prujina 4 lardan tashkil topgan (10.9, a-rasm).

Ushbu kontaktlarning ajralishi val 6 burilishida tirsakli shayba 5 turtishi ta'sirida yuz beradi (10.9-rasm). Turtishi va cho'kish turli joylashgan tirsakli shaybalardan foydalanib kontaktorlarning ixtiyoriy kerakli tartibdagi ulanish va ajralish tartibini ta'minlash mumkin.

VL80S elektrovozining guruhli qayta ulagichi 34 ta kontaktorga ega bo'lib, mos ravishda valda 34 ta tirsakli shayba mavjud.

Elektromotor yordamida *GP* valini ixtiyoriy holatda qayd qilib burish mumkin. *GP* da 33 holat mavjud bo'lib, ular ulangan va ajratilgan kontaktorlar birlashtirilishi orqali bir-biridan farq qiladi.

Elektrovozning uzoq vaqt ishlashiga 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29 va 33 holatlarda ruxsat etiladi. Ushbu holatlar yurish holatlari deb ataladi.



10.9-rasm.

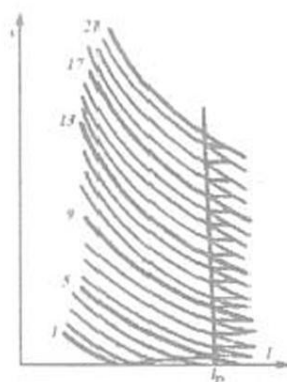
Transformator ikkilamchi chulg'ami chiqishini qayta ulash uchun mo'ljallangan kontaktorlar 10.8-rasmda 11-40 raqamlari bilan belgilangan. 11 kontaktor tutashtirilganda transformator ikkilamchi chulg'amidan to'g'rilagichga eng kichik kuchlanish va $K_T = K_T \cdot \max$ uzatiladi. 40 kontaktor tutashtirilganda esa to'g'rilagichga eng katta kuchlanish va $K_T = K_T \cdot \min$ uzatiladi.

$B_1 - B_4$ to'g'rilagich bir fazali o'zgaruvchan kuchlanishni (10.6, v-rasm) to'g'rilangan pulsatsiyaliga (10.6, g-rasm) o'zgartiradi.

Liniya kontaktorlari LK elektrovozni boshqarishda TEM lar zanjirini tutashtirish va ajratish uchun mo'ljallangan.

Elektrovoz tavsiflari. Elektrovoz tezlik tavsifi deb uning harakatlanish tezligini (5) formuladan aniqlanadigan TEM tokiga bog'liqligiga aytiladi.

Guruhli qayta ulagichning har bir holati salt yurishda to'g'rilangan kuchlanish U_{d0} ning ma'lum qiymati bilan tavsiflanadi. Suuning uchun har bir holat 6-rasmda keltirilgan egri chiziqlarning biriga to'g'ri keladi. Ruxsat etilgan harakat tezligidan kelib chiqib mashinist THU ni bir yurish holatiga o'rnatadi. Elektrovozni ishga tushirish silliqilgini ta'minlash uchun har bir reostatli holatga o'tishda ishga tushirish toki I_{IT} bir xil bo'lishi kerak.

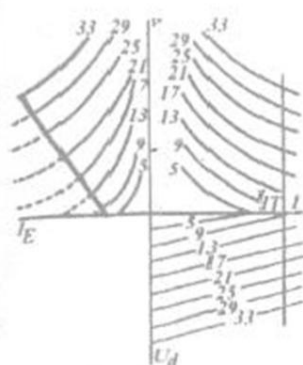


10.10-rasm

10.10-rasmda I_{IT} tokda keyingi holatga o'tishga mos keluvchi ishga tushirish toki tebranishi ko'rsatilgan. Ushbu tebranish kichik bo'lganligi sababli ishga tushirish tokini taxminan doimiy deb

hisoblash mumkin.

$U(I)$ bog'liqlik grafigini ko'p sonli liniyalarda bo'shatish uchun, ushbu grafikda faqat yurish holati tavsiflarini keltirib, ishga tushirish jarayonini 10.11-rasmning o'ng tomonida keltirilganidek ishga tushirish toki doimiy qiymatiga mos keluvchi vertikal liniya bilan tasvirlash mumkin.



10.11-rasm.

Tok tavsifi — elektrovozning kontakt tarmog'idan iste'mol qiladigan tokining harakat tezligiga bog'liqligi.

Elektrovoz toki transformatorning birlamchi chulg'ami tokiga teng hamda TEM tokiga, parallel ulangan TEM lar soni va transformatsiya koeffitsiyenti K_T ga bog'liq bo'ladi.

$$I_E = \frac{a_d I}{K_T}$$

Elektrovoz ishga tushishida TEM toki doimiy bo'ladi ($I = I_{IT}$), transformatsiya koeffitsiyenti K_T esa K_{TMAX} dan K_{TMIN} gacha o'zgaradi.

$$I_E = \frac{a_d I [C_v F v + I_{IT} (r_d + r_E)]}{0.9 \cdot U_T}$$

Ushbu formuladan ko'rinib turibdiki, ishga tushish davrida $I_E(V)$ bog'liqlik 10.11-rasmning chap tomonida ko'rsatilganidek chiziqli qonuniyatga bo'ysinadi.

Elektrovozni ishga tushirish tamom bo'lgandan so'ng yurish holatida transformatsiya koeffitsiyenti K_T doimiyliigi bilan ta'riflanadi.

$$I_E = \frac{a_d \cdot U_{d0} \cdot I}{0.9 \cdot U_T}$$

Ushbu formuladan ko'rinib turibdiki, guruh qayta ulagichi ma'lum holatlarda ishlaganda elektrovoz toki I_E TEM toki I ga proporsional bo'ladi.

Elektrovoz tok tavsifi $I_E(v)$ shakli 10.11-rasmning chap tomonida qalinlashtirilgan chiziqlar bilan ko'rsatilgan.

Elektrovozni boshqarish. Xizmat ko'rsatuvchi xodimlar xavfsizligini ta'minlash uchun elektrovoz kuch zanjirining kontakt tarmog'i kuchlanishida ishlovchi barcha apparatlari yuqori voltli kameraga joylashtiriladi. Tok qabul qiluvchi ko'tarilgan holatda yuqori voltli kameraga kirish va uning ichida bo'lish ta'qiqlanadi. Kuch zanjiri apparatlarini qayta ulash uchun qisilgan havo va past (o'zgarmas tok 50 V) kuchlanish zanjiridan foydalaniladi.

Elektrovozni boshqarish mashinist kabinasidan amalga oshiriladi. Elektrovozni ishga tushirish, tezligini rostlash va harakat yo'nalishini o'zgartirish mashinist nazoratchisi (KM) yordamida amalga oshiriladi.

Elektrovoz harakat yo'nalishini o'zgartirish KM ning "Oldinga", nol, "Orqaga" holatlari mavjud bo'lgan reversiv dastagi yordamida amalga oshiriladi.

KM bosh dastagi 8 holatga ega:

AP (avtomatik ishga tushirish) – LK ulangan, THU vali to'htovsiz 33 holatgacha aylanadi, TEM lardagi kuchlanish oshadi;

RP (qo'lda ishga tushirish) – THU vali TEM kuchlanishi oshish tomonga bir holatga buriladi. THU valini yana bir holatga burish uchun KM bosh dastagini oldindan FP holatiga qo'yiladi, keyin esa yana RP holatiga qo'yiladi;

FP (ishga tushirishni qayd qilish) va FV (o'chirishni qayd qilish) – LK ulangan, THU vali aylanmayapti, TEM lardagi kuchlanish o'zgarishsiz qoladi;

RV (qo'lda o'chirish) – LK ulangan, THU vali TEM kuchlanishi pasayish tomonga bir holatga buriladi. THU valini yana bir holatga surish uchun KM bosh dastagini oldindan FV holatiga, keyin esa yana RV holatiga qo'yiladi;

AV (avtomatik o'chirish) – LK ulangan, THU vali 0 holatigacha to'g'tovsiz buriladi. TEM kuchlanishi pasayadi;

0 (nol) – LK o'chirilgan, THU vali 0 holatigacha to'xtovsiz buriladi, TEM zanjiri ajratilgan;

BV (tez o'chirish) – THU va LK o'chiq, THU vali aylanmaydi, TEM zanjiri ajratilgan.

Qo'lda ishga tushirish doimiy ravishda ishga tushirish tokini bir xil ushlab turish imkonini beradi va shu sababli elektrovoz tezligini oshirishning asosiy usuli hisoblanadi.

Avtomatik ishga tushirish rejimida THU holatlari almashishi juda tez yuz beradi. Shuning uchun AP holati elektrovoz yetarlicha katta tezlikda harakatlanishida kuch zanjirini takroran ulash uchun qo'llaniladi.

THU ni KM bosh dastagi va THU vali nol holatida turganida o'chirish mumkin.

Boshqaruv pultida THU ni ulab-uzish tugmachalari, boshqaruv zanjiri va pantografni o'chirgich, TEM parallel zanjirlaridagi ampermetrlar, kontakt tarmog'i va TEM kuchlanishlari voltmترلari, tezlik o'lchagich, THU vali holatini ko'rsatgich va signal chiroqlari joylashgan. THU qizil chirog'i THU o'chiqligini ko'rsatadi. XP yashil chirog'i THU vali yurish holatida ekanligini ko'rsatadi.

Nazorat savollari

1. Tez harakatlanuvchi uzgich, ishga tushirish rezistori, bosh qayta ulagich, ikkinchi qayta ulagich va reversorlarning maqsadini ko'rsating.
2. Yurish holatlarida TEM dagi kuchlanish qiymatini ko'rsating.

3. Elektrovoz tezligini aniqlash uchun formulani yozing.
4. Harakatsiz elektrovozda TEM zanjiridagi tok nimaga teng? Mashinist nazoratchisining ushbu holatida elektrovoz tezligi oshsa TEM toki qanday o'zgaradi?
5. TEM tezlik tavsifi nima?
6. Harakat tezligi va TEM lar ulanishi berilgan bo'lsa, tezlik tavsifiga ko'ra elektrovoz toki qanday aniqlanadi?
7. TEM toki, TEM larni guruhlash usuli va qo'zg'atishni sustlash pog'onasi berilgan bo'lsa, tezlik tavsifiga ko'ra elektrovoz tezligi qanday aniqlanadi?
8. Elektrovoz tok tavsifi nima? Tok tavsifiga ko'ra elektrovoz toki qanday aniqlanadi?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [15]

10.3. ER9E elektropoyezdi tezligini rostlashni o'rganish

ER9E elektropoyezdini ishga tushirish va tezligini rostlash. ER9E elektropoyezdi kontakt tarmog'i 25000 V kuchlanish bilan elektrlashtirilgan o'zgaruvchan tok uchastkalarida shahar atrofi yo'lovchilarini tashish uchun mo'ljallangan. U o'nta vagondan tashkil topgan bo'lib, ulardan beshtasi motorlidir. Elektropoyezdning quvvati 4000 kVt bo'lib, maksimal konstruksiya tezligi – 130 km/s. Shahar atrofi uchastkalarida to'xtash punktlari orasidagi peregonlar qisqa bo'lganda harakat o'rtacha tezligi 70 – 80 km/s ni tashkil etadi. Har bir motorli vagon har biri 1500 V kuchlanishga hisoblangan va 200 kVt quvvatli 4 tortuv elektr motoriga ega. Motorning qisqa vaqtli toki 200 A dan oshmasligi lozim.

TEM chulg'ami kichik qarshilik $r_M = 0,416$ Om ga ega. Bu chulg'am qizishiga $I^2 r_M$ quvvat isrofini kamaytirish va TEM foydali ish koeffitsiyentini 92% gacha yuqori bo'lishini ta'minlaydi. Biroq r_M kichik qarshiligi elektropoyezdni ishga tushirishni qiyinlashtiradi. Agar harakatsiz motorli vagon 4 motorini ketma-ket tarzda kontakt tarmog'i U_T kuchlanishiga ulansa, TEM toki mumkin bo'lmagan darajada katta bo'ladi:

$$I = \frac{U_T}{4 \cdot r_M} = \frac{3000}{4 \cdot 0,416} \approx 1800 \text{ A}.$$

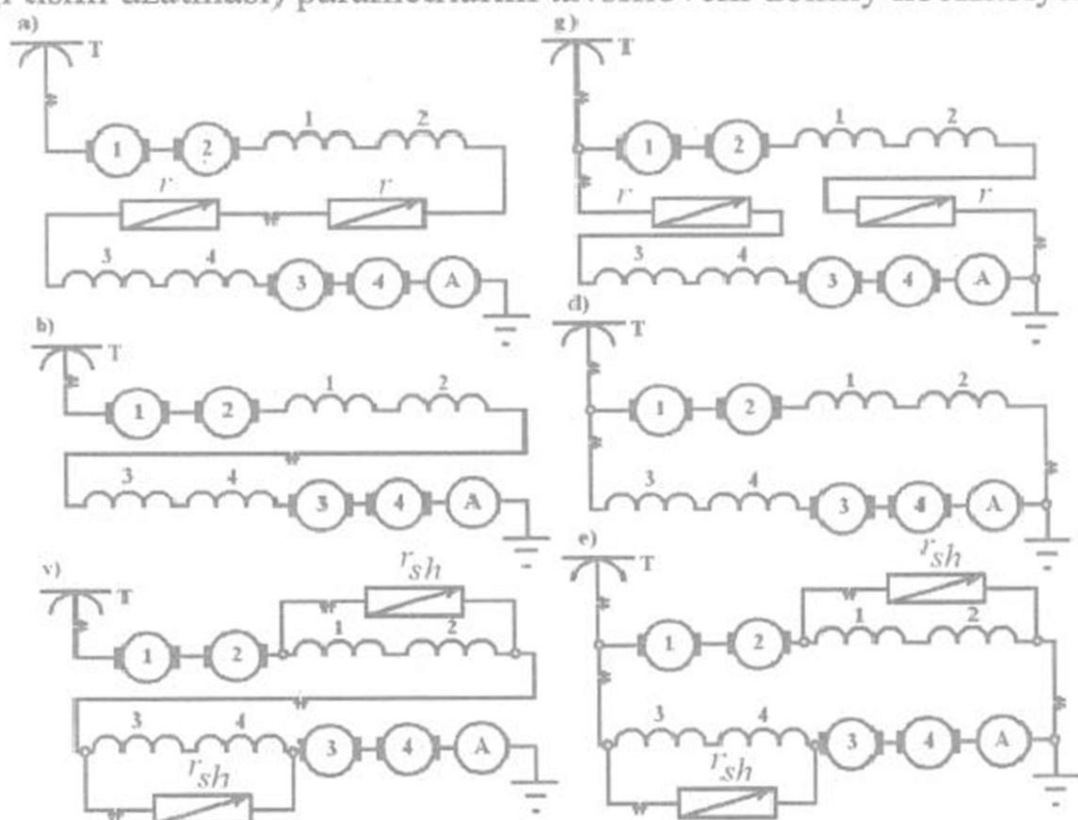
Ishga tushirish tokitni cheklash uchun TEM larga ketma-ket ravishda umumiy qarshiligi $2r = 17,66$ Om bo'lgan ikki guruh ishga tushirish rezistorlari ulanadi (10.12, a-rasm). Bunda TEM toki mumkin bo'lgan qiymatdan oshib ketmaydi:

$$I = \frac{U_T}{2 \cdot r + 4 \cdot r_d} = \frac{3000}{17,66 + 4 \cdot 0,416} \approx 155 A.$$

TEM lar yakori chulg'amlarida oquvchi tok bosh qutblar magnit oqimi bilan o'zaro ta'sirlanadi va aylantiruvchi momentni hosil qiladi. TEM yakori aylanganda uning chulg'amlarida elektropoyezd harakatlanish tezligi v va bosh qutblar magnit oqimi F ga proporsional aylanishning elektr yurituvchi kuchi E induksiyalanadi:

$$E = C_v F v,$$

bu yerda, C_v – tortuv elektr yuritma (TEM, harakatlanuvchi g'ildiraklar juftligi tishli uzatmasi) parametrlarini tavsiflovchi doimiy koeffitsiyenti.



10.12-rasm. ER9E elektropoyezdi tezligini rostlash usullari

Endi kontakt tarmog'i kuchlanishi U_T TEM chulg'amlari va ishga tushirish rezistori kuchlanishi pasayishini muvozanatlab qolmasdan, to'rtta ketma-ket ulangan TEM aylanish EYUK sini ham muvozanatlaydi:

$$V_c = 4C_v \Phi v + I(2r + 4r_d).$$

3 ifodadan ko'rinib turibdiki, elektropoyezd harakat tezligi oshishi, TEM lar iste'mol qiladigan tok kamayishiga, mos ravishda, tortish kuchi kamayishiga olib keladi. Elektropoyezd tezligi oshish jarayonida tortish kuchi doimiy bo'lishi uchun, TEM lar tokini ham doimiy ushlab turish kerak. Buning uchun 3 ifodadan ko'rinib turganidek, v tezlik oshib borishi bilan, ishga tushirish rezistori qarshiligini kamaytirib borish lozim. $r = 0$ da

kontakt tarmog'i kuchlanishi faqat aylanish EYUK si va TEM chulg'amlari kuchlanishi pasayishini muvozanatlaydi. (10.12,b-rasm). Elektropoyezd harakat tezligi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$v = \frac{v_c / 4 - u_d}{C_v \Phi}.$$

Ma'lumki, bitta TEM ga 750 V kuchlanish to'g'ri keladi. Tezlikni yanada oshirish uchun har bir TEM ga to'g'ri keluvchi kuchlanishni oshirish lozim. Buning uchun TEM lar ikki parallel shaxobchada ulanadi va yana TEM larga ketma-ket ishga tushirish rezistri ulanadi. (10.12,g-rasm). TEM larning bunday ulanishini parallel deb ataladi. Bu holatda kuchlanishlar tengligi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$v_c = 2(C_v F v + I r + I r_d)$$

Elektropoyezd tezligi oshib borishi bilan ishga tushirish rezistori qarshiligini asta-sekin kamaytirib boriladi. $r=0$ da kontakt tarmog'i kuchlanishi aylanish EYUK si va ikki ketma-ket ulangan TEM chulg'amlari kuchlanishi pasayishini muvozanatlaydi. (10.12,d-rasm):

$$v_c = 2(C_v F v + I r_d)$$

Parallel ulanishda elektropoyezd harakatlanish tezligi

$$v = \frac{v_c / 2 - I r_d}{C_v F}.$$

Elektropoyezd tezligi oshish jarayonida har bir TEM dagi kuchlanish 750 V dan 1500V gacha oshadi. Kuchlanishda yanada oshirish TEM da ko'zda tutilmagan.

TEM larga ketma-ket ravishda ishga tushirish rezistori ulanganda elektropoyezd ishlashiga qisqa vaqt ruxsat etiladi, chunki bu holatda tarmoqdan iste'mol qilinayotgan elektr energiyaning katta qismi rezistorlarning keraksiz qizishiga sarf qilinadi. Shuning uchun elektropoyezdlar uzoq vaqt ishlashiga ishga tushirish rezistorlari to'liq o'chirilgan holatda ruxsat etiladi.

Tezlikni rostlashning ko'rib chiqilgan usullari shunisi bilan xarakterliki, unda TEM qo'zg'atish toki yakor tokiga teng. Ishning bunday rejimini to'liq qo'zg'atish deb ataladi.

Agar qo'zg'atish (bosh qutblar) chulg'amlariga parallel r_{SH} ulansa (1, e sm), unda qo'zg'atish toki I_Q yakor toki I va shuntlovchi zanjir toklari I_{SH} farqiga teng:

$$I_Q = I - I_{SH}$$

Ishning bunday rejimi sust qo'zg'atishli deb ataladi va sust qo'zg'atish koeffitsiyenti bilan xarakterlanadi:

$$\beta = I_Q / I$$

Qo'zg'atishni sustlash elektropoyezd harakat tezligini oshirish imkonini beradi. r_{SH} qiymatini o'zgartirib, β koeffitsiyent turli qiymatli bo'lgan qo'zg'atishning bir necha qiymatlariga erishish mumkin. Uni odatda yuz foizning ulushida ifodalanadi. ER9E elektropoyezdda qo'zg'atishni rostlashning ikki pog'onasi ko'zda tutilgan: $\beta = 0,67$ va $\beta = 0,5$.

Qo'zg'atishni sustlash rejimidan ishga tushirish rezistori to'liq o'chirilgan holatda, TEM lar ketma - ket (10.12,v-rasm) va parallel (10.12,e-rasm) ulanganda qo'llaniladi.

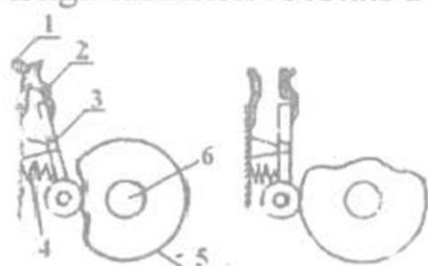
ER-9E elektropoyezdi motorli vagoni kuch zanjiri va asosiy elektr apparatlari. Elektropoyezd kuch zanjiri deb TEM lar, tokni, elektropoyezd tortish kuchi va tezligini rostlash uchun hamda harakat tezligini o'zgartirish uchun va xavfli rejimlardan himoyalash uchun elektr apparatlardan tashkil topgan elektr zanjiriga aytiladi. ER9E elektropoyezdi motorli vagoni kuch zanjirining soddalashtirilgan kuch zanjiri 10.12-rasmda keltirilgan.

Xizmat ko'rsatuvchi xodimlar xavfsizligini ta'minlash uchun kuch zanjirining kontakt tarmog'i kuchlanishi ostida ishlovchi barcha qurilmalar vagonlar tagidagi metall qutilarda joylashtirilgan. Kuch zanjiri apparatlarini boshqarish mashinist kabinasidan qisilgan havo va past kuchlanish 50 V li elektr zanjirlari yordamida amalga oshiriladi.

Kuch zanjiri T tok qabul qilgich orqali ta'minlanadi. Chiziqli kontaktor LK elektropoyezd harakatlanishida kuch zanjirini ulash uchun xizmat qiladi. Uning yuritmasi xavfsizlik kontakti ishchi holatga qo'yilganda va kontroller bosh dastagi bosilgan holatda ta'minlanadi. Mashinist ogohlikni yo'qotganda va dastakni qo'yib yuborganda LK kuch zanjirini kontakt tarmog'idan o'chiradi. TEM lar sxemada yakorlar YA va qo'zg'atish chulg'amlari V ketma-ket ulangan holatda ko'rsatiladi.

Ishga tushirish rezistorlari ikki guruh r dan tashkil topadi. Ishga tushirish rezistori qarshiligini elektropoyezdni ishga tushirish jarayonida $2r$ dan 0 gacha kamaytirish lozim. Buning uchun ishga tushirish rezistori seksiyalarga ajratilgan bo'lib, kontaktor bilan qisqa tutashtirilishi mumkin. Kontaktor (10.13-rasm) qo'zg'almas (1) va qo'zg'aluvchan (2) kontaktlardan, richag (3), (1) va (2) kontaktlarni tutashtirishga intiluvchi prujinalar (4) dan tashkil topadi. Kontaktlarni ajratish tirsakli shayba (5) ta'sirida yuz beradi. Ishga tushirish rezistori kontaktori soni bilan bir xil sonli kontaktorlar guruhli qayta ulagich deb ataluvchi apparatga birlashtirilgan. Umumiy valga (6) joylashtirilgan tirsakli shayba (5) turtishlari va chuqurliklari shunday joylashtirilganki, unda guruhli qayta ulagich kontaktlari ma'lum bir ketma-ketlik bilan tutashadi va ajraladi.

Qayta ulagich vali burilishi pnevmatik yuritma yordamida amalga oshiriladi. Ishga tushirish rezistorini guruhli qayta ulagich bilan birgalikda ishga tushirish reostati deb ataladi.



10.13-rasm. Tirsakli shayba

3 va 4 TEM lar bilan ketma-ket ampermetr A ulangan va u TEM lar ketma-ket ulangan holatda motor vagon kuch zanjiri barcha tokini, TEM lar parallel ulanganda esa 3 va 4 TEM lar tokini, ya'ni elektropoyezd kuch zanjiri toki yarmini ko'rsatadi.

Kuch zanjiri orqaga qaytish o'tkazgichi rolini sxemada shartli "yer" bilan belgilangan rels bajaradi.

Kuch zanjiri guruhli qayta ulagichining har bir holatidagi ishini 8-jadvalda keltirilgan.

Kuch zanjiri guruhli qayta ulagichi holatlai

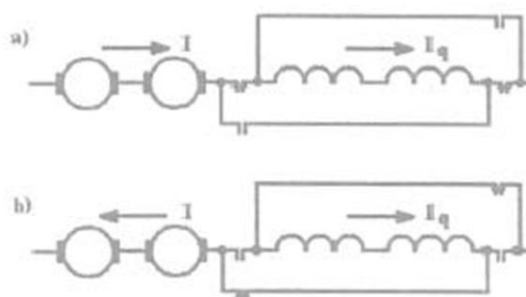
1-jadval

Guruh qayta ulagichi holati	Ishga tushirish rezistorlari	TEM lar ulanishi	TEM kuchlanishi, V	Motor vagon toki	Qo'zg'atish	Elektr sxema
1-8	O'chirilgan	Ketma - ket	75-750	$I_e = I$	To'liq	1, a-rasm
9	O'chirilgan	Ketma - ket	750	$I_e = I$	"	1, b-rasm
10-11	"	"	750	$I_e = I$	Sust	1, v-rasm
12-15	O'chirilgan	Parallel	750-1500	$I_e = 2I$	To'liq	1, g-rasm
16	O'chirilgan	Parallel	1500	$I_e = 2I$	"	1, d-rasm
17-18	"	"	1500	$I_e = 2I$	Sust	1, e-rasm

Ishga tushirish rezistorlari qarshiliklari nolga teng bo'lgan 9, 11, 16 va 18 holatlarni yurish holatlari deb ataladi.

Elektropoyezd harakatlanish yo'nalishini o'zgartirish uchun, yakor toklar yo'nalishini o'zgartirgan holda TEM bosh qutblari magnit oqimi yo'nalishi o'zgartiriladi (10.14-rasm).

Qo'zg'atish toki yo'nalishini o'zgartirish uchun bir apparatga birlashtirilib, reversor deb ataluvchi 4 ta kontaktor ko'zda tutilgan.



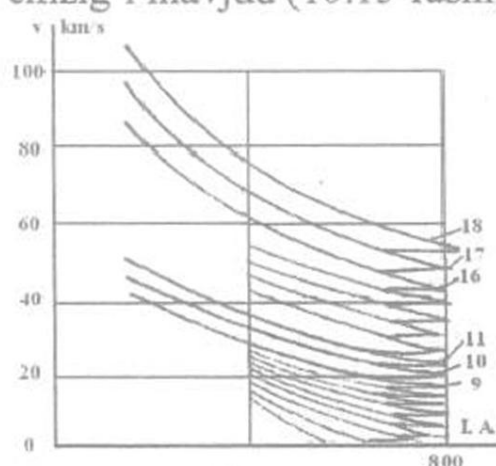
10.14-rasm.

3.3. Elektropoyezd tavsiflari

Elektropoyezd tezlik tavsifi deb uning harakat tezligi v ning TEM toki I ga bog'liqligiga aytiladi va quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$v = \frac{v_d - I(r + r_d)}{C_v F}$$

Guruhli qayta ulagichning 18 holatidan har biri TEM ga to'g'ri keluvchi v_d kuchlanish va ishga tushirish rezistori qarshiligi r qiymati bilan tavsiflanadi. Shuning uchun har bir holatning grafikda o'z egri chizig'i mavjud (10.15-rasm).

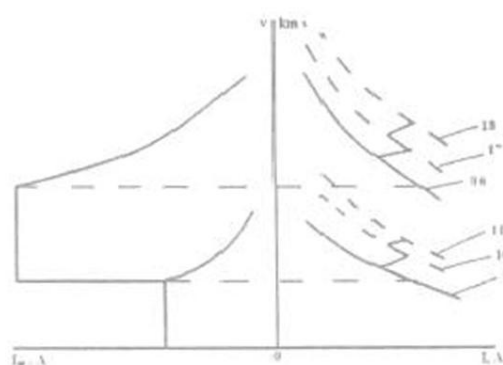


10.15-rasm.

Elektropoyezd motor vagonlari ishga tushirish rezistorlari seksiyalari poyezd tezlashishi natijasida TEM toklari ma'lum qiymatgacha pasayganda avtomatik qayta ulanadi. Ishga tushirish rezistori navbatdagi seksiyasi qisqa tutashgandan so'ng kuch zanjiri toki oshadi va poyezd tezlashishi davom etadi. Ishga tushirish rezistori seksiyalarining avtomatik qisqa tutashish jarayoni poyezd ishga tushishi tugaguncha davom etadi.

Avtomatik ishga tushirish tizimi mashinist ishini yengillashtiradi, bu ayniqsa qisqa peregonlar va tez-tez ishga tushirish xarakterli bo'lgan shahar atrofi harakatlarida ayniqsa muhim.

$v(I)$ bog'liqlik grafisini ko'p sonli chiziqlardan bo'shatish uchun unda faqat yurish holatlarini tasvirlash mumkin, ishga tushirish jarayonini esa 5-rasmning o'ng tomonida ko'rsatilganidek ishga tushirish toki doimiy qiymatiga mos keluvchi vertikal chiziq bilan ko'rsatish mumkin. Ushbu grafikda uzoq chiziq bilan sust qo'zg'atishdagi $v(I)$ tavsifi keltirildi.



10.16-rasm

Elektropoyezd motor vagoni tok tavsifi – motor vagonning kontakt tarmog'idan iste'mol qiladigan toki I_e ning harakat tezligi v ga bog'liqligidir. Motor vagon I_e toki TEM parallel shoxobchalar sonini motor toki I ko'paytmasiga teng. Tok tavsifining taxminiy ko'rinishi 10.16-rasm chap tomonida ko'rsatilgan.

Elektropoyezdni boshqarish.

Mashinist reversiv va bosh dastakli kontroller yordamida tezlikni rostlaydi hamda harakat yo'nalishini o'zgartiradi.

Reversiv dastak reversorni boshqarishga mo'ljallangan va uch holatga: "oldinga", "0", "orqaga" ega. Nol holatida reversiv dastakni kontrollerdan olish mumkin, bunda bosh dastak yopiladi va uni ishchi holatga qo'yish mumkin emas.

Bosh dastak guruhli qayta ulagichni boshqarish uchun xizmat qiladi va 6 holati mavjud: O, M, I, 2, 3, 4. Bosh dastak turli holatida elektropoyezd elektr zanjiri apparatlari holati 9-jadvalda keltirilgan.

9 - jadval

Bosh dastak holati	Guruhli qayta ulagich holati		Liniya kontaktori holati	TEM ulanishi	Sust qo'zg'atish koeffitsiyenti, β	Rasm raqami
	oraliq	yurish				
O	1		O'chirilgan	-	-	-
M	1		O'chirilgan	Ketma-ket	1,0	1,a
1	2-8	9	O'chirilgan	Ketma-ket	1,0	1,b
2	10	11	O'chirilgan	Ketma-ket	0,5	1,v
3	12-15	16	" "	Parallel	1,0	1,g
4	17	18	" "	Parallel	0,5	1,e

Bosh dastak "M" holatidan manyovr rejimida foydalaniladi: bunda ishga tushirish rezistori TEM zanjiriga ulangan qoladi va poyezd harakatlanish tezligi 8-10 km/s ni tashkil etadi.

Mashinist kontrolleri bosh dastagi 4 holatida elektropoyezd eng katta tezlikka erishadi.

Nazorat savollari

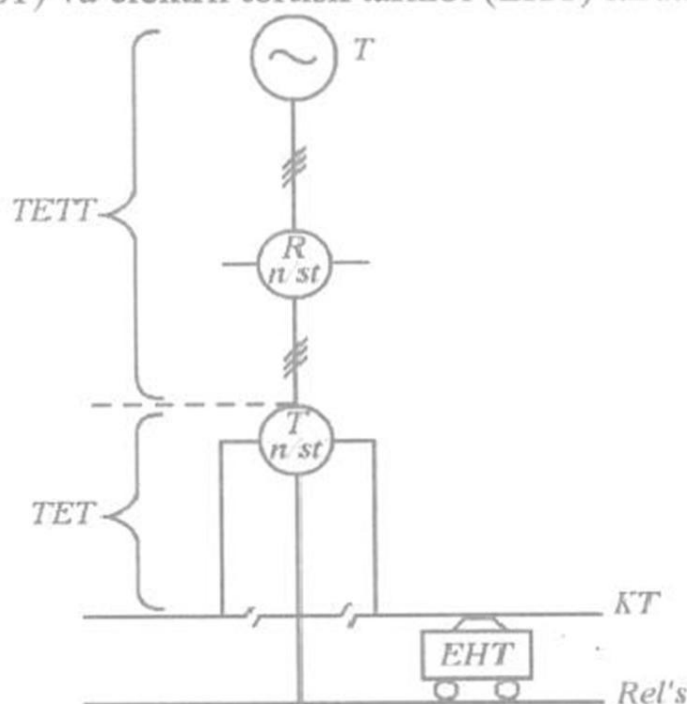
1. Motorli vagon kuch zanjiri sxemasida TEM yakori va qo'zg'atish chulg'amini, ishga tushirish rezistorini, tok qabul qilgichni va chiziqli kontaktorni ko'rsating.
2. Sxemada TEM lar ketma-ket yoki parallel ulanganda yopiq kontaktorlarni, sust qo'zg'atish kontaktorlarini ko'rsating.
3. Guruhli qayta ulagich oxirgi holatida elektropoyezd harakat tezligini aniqlovchi formulani ko'rsating.
4. Chiziqli kontaktor, guruhli qayta ulagich, reversor, ishga tushirish rezistorlari maqsadi nima?
5. Ketma-ket va parallel ulanishlarda TEM kuchlanishini aniqlang.
6. TEM toki ma'lum bo'lsa elektropoyezd harakatlanish tezligi qanday aniqlanadi?
7. Guruhli qayta ulagich qaysi holatida ishga tushirish rezistorlari to'liq qisqa tutashtirilgan, TEM lar esa parallel ulangan va to'liq qo'zg'atishda ishlamoqda?

8. Agar elektropoyezd tezligi va kontroller bosh dastagi holati ma'lum bo'lsa motorli vagon toki qanday aniqlanadi?
9. Kontroller bosh va reversiv dastagi maqsadi nima?
10. Sust qo'zg'atish koeffitsiyenti deb nimaga aytiladi?
11. Kontroller bosh dastagi qanday ishchi holatlarga ega va ular bir-biridan qanday farqlanadi?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [15]

10.4. Elektrlashgan temir yol ta'minoti uchun tortuvchi nimstansiyalar

Tortuvchi nimstansiyalar maqsadi va sinflanishi. Elektrli tortish tizimi tuzilishi sxemasini ko'rib chiqamiz (10.17-rasm). Elektrli tortish tizimi tashqi elektr ta'minot tizimi (TETT), tortuv elektr ta'minot tizimi (TET) va elektrli tortish tarkibi (EHT) lardan tashkil topadi.



10.17-rasm. Elektrli tortish tizimi tuzilishi sxemasi:

T - energotizim; R t/st - rayon nimstansiyasi; T n/st - tortuvchi nimstansiya

TET ning muhim qurilmalaridan biri tortuvchi nimstansiya va u TETT dan elektr energiyani oladi va EHT ta'minoti uchun kerakli energiya turiga o'zgartiradi.

Bundan tashqari tortuvchi nimstansiya elektr energiya bilan temir yo'lining tortuvchi bo'lmagan iste'molchilari va atrof-dagi tuman iste'molchilarini ta'minlaydi.

Tortuvchi nimstansiya quyidagi belgilariga ko'ra sinflash mumkin:

- 1) tok turiga ko'ra;
- 2) konstruktiv bajarilishi va qurilmalar joylashishiga ko'ra;
- 3) boshqaruv turiga ko'ra;
- 4) Elektr uzatish liniyasi (EUL) ga ulanish usuliga ko'ra.

Ushbu sinflanishni har birini ko'rib chiqamiz.

Tok turi. Ushbu ko'rsatkichiga ko'ra tortuvchi nimstansiya o'zgaruvchi va o'zgarmas tokli nimstansiyalarga bo'linadi.

O'zgaras tok nimstansiyalarida TETT dan olinadigan yuqori kuchlanishli uch fazali o'zgaruvchan tok pasaytiruvchi transformatorlar va maxsus to'g'rilash agregatlari yordamida nominal kuchlanishi 3,3 kV bo'lgan to'g'rilangan kuchlanishga o'zgartiriladi.

O'zgaruvchan tok nimstansiyalarida TETT dan olinadigan yuqori kuchlanishli, uch fazali 50 Gts chastotali o'zgaruvchan tok pasaytiruvchi transformatorlar yordamida 27,5 kV yoki 2x25 kV nominal kuchlanishli bir fazali tokka o'zgartiriladi.

Elektrlashgan temir yo'llarda o'zgaras va o'zgaruvchan tokli elektr tortish tizimi tutashish joylarida birlashtirilgan o'zgaras-o'zgaruvchan tokli tortuvchi nimstansiyalar quriladi.

Konstruksiyaviy bajarilishi. Konstruksiyaviy bajarilishiga ko'ra tortuvchi nimstansiyalar statsionar va harakatlanuvchiga bo'linadi. Elektrlashgan temir yo'llar tarmog'ida asosan g'ishtli, blokli va karkas panelli binoli statsionar nimstansiyalardan foydalaniladi.

Tortuvchi nimsantsiya qurilmalari taqsimlash qurilmalari (TQ) ga ko'ra bo'linadi. Taqsimlash qurilmalari yopiq (YOTQ), yoki TQ va ochiq OTQ ga bo'linadi.

Odatda elektrlashtirilgan temir yo'llarda 10 kV gacha kuchlanishli qurilmalar TQ ga, 27,5 kV va undan yuqorisi OTQ ga joylashtiriladi.

OTQ va TQ yig'ma bo'lishi mumkin, ya'ni uning montaji qisman yoki to'lig'icha tortuvchi nimstansiya qurilishi joyida amalga oshirilishi mumkin, yoki jamlanma ya'ni tayyorlov zavodida yig'ilishi mumkin.

Harakatlanuvchi tortuvchi nimstansiya qurilmalari temir yo'l platformalarida va yopiq vagonlarda joylashtiriladi.

Bunday turdagi tortuvchi har bir temir yo'lda ma'lum sonda mavjud va undan zaxira sifatida foydalaniladi.

Boshqaruv usuli. Boshqaruv usuliga ko'ra tortuvchi nimstansiyalar telemexanizatsiyalangan, avtoteleboshqariluvchi va telemexanizatsiyalashmagan turlarga bo'linadi.

Hozirgi vaqtda tortuvchi nimstansiyalarning $\frac{3}{4}$ qismi energonozimlar tomonidan telemexanika tizimi yordamida 150 – 200 km masofagacha uzoqlikda boshqariladi va nazorat qilinadi.

Telemexanizatsiyalashtirilmagan nimstansiyalarda boshqaruv lokal avtomatik qurilmalar va yarim avtomatika – masofaviy – doimiy navbatchi xodim tomonidan boshqaruv shitidan amalga oshirilishi mumkin.

EUL ga ulanish usuli. Bu tortuvchi nimstansiyalarni sinflanishining asosiy belgilaridan biridir. Ushbu belgisiga ko'ra tortuvchi nimstansiyalar ikki asosiy turga – tayanch va oraliqqa bo'linadi.

O'z navbatida oraliq tortuvchi nimstansiya tranzit va payvandliga bo'li-

nadi.

Nimstansiyaning alohida turi berk nimstansiyadir.

Tortuvchi nimstansiyalarning EULdan ta'minlanish sxemalarini ko'rib chiqamiz.

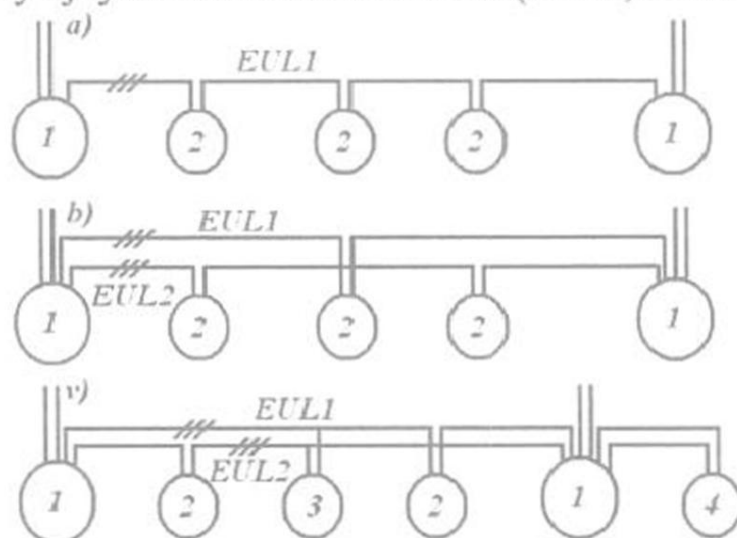
Tortuvchi nimstansiyalar elektr energiya iste'molchisi sifatida birinchi toifaga kiradi. Bunday iste'molchilar ikkita mustaqil manbadan ta'minlanishi lozim. Tortuvchi nimstansiyalarni bir ta'minlovchi nimstansiyaning turli shina seksiyalarida alohida liniyalar orqali ta'minlanishiga ruxsat etiladi. Bunda har bir shina seksiyasi alohida mustaqil manba sifatida ko'riladi.

Tayanch nimstansiyalar TETT dan elektr energiyani qabul qilish va boshqa nimstansiyalarga taqsimlash uchun xizmat qiladi. Tayanch nimstansiyada kamida 3 ta yuqori voltli kirish bor. Tayanch nimstansiyalar orasiga tranzit va payvandliga bo'linuvchi oraliq nimstansiyalar ulanadi. Tranzit nimstansiyalarni 110-220 kVli EUL ga yuqori voltli uzgich yordamida shunday ulanadiki, bunda bir tayanch nimstansiya energiyasi ikkinchisiga tranzit o'tadi.

EUL ga payvandlab ulangan nimstansiyalar payvandli nimstansiya deb ataladi. Boshqa nimstansiyalardan ikki radial liniya orqali ta'minlanuvchi nimstansiyaning berk nimstansiya deb ataladi.

Foydalanish tajribasi va releli himoya bajarilishi imkoniyatlaridan kelib chiqib ikki tayanch nimstansiya orasidagi oraliq nimstansiyalar soni o'rnatiladi.

Tortuvchi nimstansiyalar bir zanjirli EUL orqali ta'minlanib, tayanch nimstansiyalar orasida ikki tomonlama ta'minot bo'lganda uchtdan ortiq tranzit nimstansiya joylashishi mumkin emas (10.18, a-rasm).



10.18-rasm. Tortuvchi nimstansiyalarning EULga ulanish sxemalari:

1 – tayanch nimstansiya; 2 – tranzit nimstansiya; 3 – payvandli
nimstansiya; 4 – berk nimstansiya

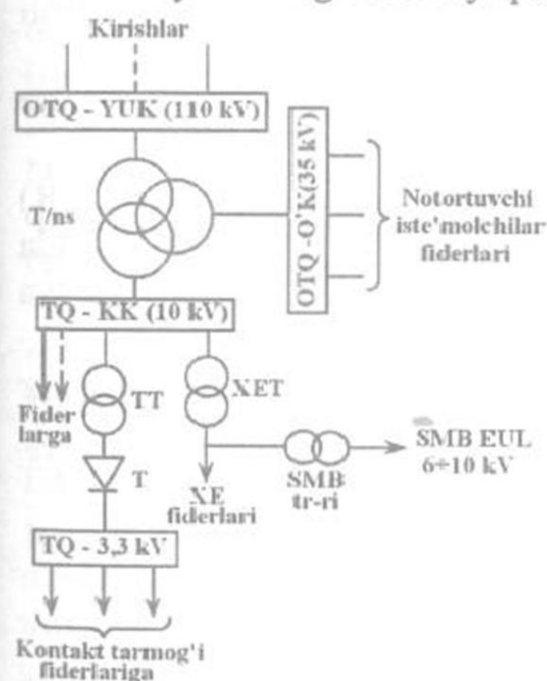
Nimstansiyalarni ikki zanjirli EULdan ikki tomonlama ta'minlanganda tayanch nimstansiyalar orasiga 110 kV li EUL da 3 ta, 220 kV li EUL da 5 tadan ziyod tranzit nimstansiya joylashtirish mumkin emas (10.18, b-rasm).

Ikki liniyali radial EUL dan faqat bir tortuvchi nimstansiya ta'minlanishiga yo'l qo'yiladi (2, v-rasm).

Elektrlashgan temir yo'llarda turli xil tortuvchi nimstansiyalar tarqalish foizi quyidagicha bo'ladi:

1. Tayanch — 20%;
2. Tranzit — 60%;
3. Payvandli — 15%;
4. Berk — 5%.

Tortuvchi nimstansiyalar maqsadi va sinflanishi bilan tanishib chiqqandan so'ng ularning tuzilish sxemasini, ya'ni tortuvchi nimstansiyalarning umumiy qurilishini ko'rib chiqamiz.



10.19-rasm. O'zgaras tok tortuvchi nimstansiya strukturaviy sxemasi

Tortuvchi nimstansiyalar tuzilish sxemalari. O'zgaras tok tortuvchi nimstansiya tuzilish (strukturaviy) sxemasi. O'zgaras tokli tortuvchi nimstansiyaning strukturaviy sxemasi 10.19-rasmda keltirilgan. 10.19-rasmdan ko'rinib turibdiki TETT kuchlanishi kirishlar orqali yuqori kuchlanishli (YUQ) OTQ ga kelib tushadi.

OTQ dan o'rta kuchlanish (O'Q), masalan, 35 kV, no tortuvchi iste'molchilar — yaqin atrofdagi zavodlar, aholi punktlari, qishloq xo'jaligi ob'ektlari elektr ta'minoti uchun ta'minot liniyalariga (fiderlarga) ketadi.

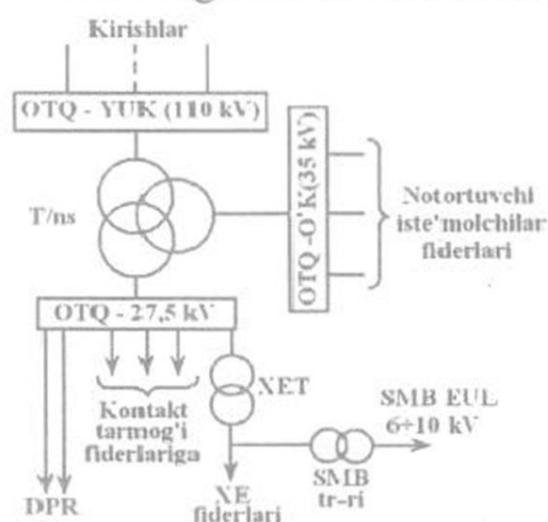
Kichik kuchlanish (KK), masalan 10 kV, TQ dan tortuv transformatorlari

ta'minlanadi. Yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar yordamida to'g'rilangan kuchlanish TQ — 3,3 kV ga kelib tushadi va undan kontakt tarmog'iga uzatiladi.

Kichik kuchlanish taqsimlash qurilmasiga notortuvchi iste'molchilar va xususiy ehtiyoj transformatorlari ulangan.

Signallashtirish, markazlashtirish va blokirovka (SMB — STSB) qurilmalari ta'minoti uchun maxsus kuchaytiruvchi transformatoridan foydalaniladi. Ushbu transformator 380/220 V kuchlanishni 6÷10 kV

kuchlanishgacha ko'tarib temir yo'l chetidagi EUL ga uzatadi.



10.20-rasm. 27,5 kV kuchlanishli o'zgaruvchan tokli tortuvchi nimstansiya strukturaviy sxemasi

Elektr ta'minot ishonchliligini oshirish maqsadida tortuvchi nimstansiyalarda ikki pasaytiruvchi transformator va ikki xususiy ehtiyoj transformatori o'rnatiladi. Tortuvchi transformator va yarim o'tkazgichli to'g'rilagichlar soni 2-4 dona atrofida bo'ladi.

27,5 kV li o'zgaruvchan tokli tortuvchi nimstansiya strukturaviy sxemasi. Bunday sxema 4-rasmda keltirilgan. TETT kuchlanishi kirishlar

orqali TQ YUK ga kelib tushadi.

TQ YUK dan kuchlanish pasaytiruvchi, odatda, uch chulg'amli transformatorga uzatiladi.

TQ O'K dan, masalan 35 kV yoki 10 kV dan notortuvchi iste'molchilar ta'minlanadi.

TQ KK (27,5 kV) dan kontakt tarmog'i va ikki sim - rels (DPR) ta'minlovchi liniyalari fiderlari chiqadi. DPR liniyalaridan liniya atrofida joylashgan temir yo'l iste'molchilari - platformalar, o'tish joylari va boshqalar yoritilishini elektr ta'minoti amalga oshiradi.

Bundan tashqari OTQ KK dan XET va qo'shimcha transformator yordamida STSB EUL ta'minlanadi.

Zaxiralash maqsadida tortuvchi nimstansiyalarga ikkitadan TT va XET o'rnatiladi.

O'zgaruvchan tok modulli tortish nimstansiyasi. Tortuvchi elektr ta'minot chiqimlarini kamaytirish muammosi barcha mamlakatlar temir yo'li uchun dolzarb muammo bo'lib kelmoqda. Ushbu muammoning yechimlaridan biri, modulli konstruksiya uskunalaridan foydalanish hisoblanadi. Yuqori va o'rta kuchlanishli kuch qurilmalari, himoya va boshqaruv tizimi modulli bajarilishi mumkin, bu haqda ushbu sohadagi oxirgi tadqiqotlar dalolat beradi.

Modulli qurilmadan tortuvchi tarkibda foydalanish odatiy hol hisoblanadi, ammo tortuvchi elektr ta'minot sohasida endi birinchi qadamlar tashlanmoqda. Lekin haqiqatda elektrlashtirishning turli bo'limlarida modul-lashtirishning u yoki bu pog'onasidan foydalaniladi. U ma'lum bir miqdorda bir xil komponentli qurilmadan foydalanish hisobiga xarajat biroz

kamayadi, ammo muammoni tubdan hal qilmaydi. Shu sababli elektr ta'minot tizimida iqtisod qilishning yangi zahiralari izlanmoqda.

Umumiy foydalanish tarmoqlarida qo'llaniladigan tayyor qurilmalardan tortish elektr ta'minotida nomenklatura oshirilishi natijasida investitsiya hajmini kamaytirish mumkin. Asosan kuch o'chirgichlari va releli himoya kabi umumiy foydalanish uskunalaridan foydalanilgan avvalgi yillarga nisbatan hozirda ixtiyoriy davlatda turli ekspluatatsion sharoitda qo'llash mumkin bo'lgan yirik uskuna va funksional modullar haqida o'ylash lozim. Elektrotexnika uskunalar sohasida xalqaro standartlashishi bilan globallashuv jarayoni qo'llab-quvvatlanadi.

Qurilmalarga qo'yiladigan talab tortish elektr ta'minoti tizimi parametrlaridan ekspluatatsiya tayyorligidan va ishonchlilikidan hamda hayotiy sikli xarajati (LSS) dan kelib chiqadi.

Umumiy foydalanish tarmog'i va tortish elektr ta'minoti tizimi nimstansiyalarining o'xshash tomonlari anchagina, biroq tortuvchi nimstansiyalarning sezilarli farqi bor: yuqori kuchlanishli bir fazali liniyadan ta'minlanishi; ikkilamchi kuchlanishli taqsimlash qurilmasi bir fazali yoki ikki fazali (avtotransformator sxemali ta'minot tizimida) ta'minlanishi; qisqa tutashish ehtimoli yuqoriligi; izolyatsiyaning maxsus darajasi; o'zgaruvchi yuklama; teskari tok alohida liniyasi mavjudligi; relslar yerlashtirilganligi.

Modulli tortuvchi nimstansiyada quyidagi asosiy funksiyalar amalga oshiriladi (5-rasm): energiyani yuqori kuchlanishli liniyasidan olib kelinishi; o'zgartirilishi; seksiyalangan kontakt tarmog'i ta'minlanishi; elektr ta'minot qurilmalarini himoyalaniishi va uning ishini boshqarilishi.

Ushbu funksiyalarga yuqori kuchlanishli taqsimlash qurilmasi va boshqaruv qurilmasi mos keladi.

Bu yerga xususiy ehtiyoj transformatori va qurilmasini hamda zarur qurilmasini qo'shish lozim. Nimstansiyaning har bir funksiyaviy bloki uchun amalga oshirishning turli variantlari bo'lishi mumkin.

Yuqori kuchlanish tarmog'idan energiyani keltirish usuliga ko'ra tortuvchi nimstansiya tayanch (uch va undan ko'p elektr uzatish liniyasidan ta'minlanuvchi) va oraliq (ikki liniyadan) qa bo'linadi.

O'z navbatida oraliq nimstansiya yuqori kuchlanishli liniya tarqalishiga ulanishi (tranzit) yoki unga payvand orqali ulanish (payvandli) mumkin. Nimstansiya chiqish tomonida bir yoki ikki shina tizimiga ega bo'lishi mumkin.

Nimstansiyada bitta, ikkita yoki undan ko'p tortuvchi transformator o'rnatish mumkin.

Ikkilamchi kuchlanish taqsimlash qurilmasi ochiq yoki yopiq turli bo' -

lishi mumkin.

Yopiq taqsimlash qurilmasi havoli yoki gazli izolyatsiyalovchi muhitga joylashtirilishi, avtomatik qayta ulash (APV) sxemasi bilan va ta'minot liniyasini tekshirish tizimi bilan ta'minlangan bo'lishi mumkin. Boshqaruv tizimi markazlashgan, nomarkazlashgan yoki aralash bo'lishi mumkin.

10.21-rasmda modulli tortuvchi nimstansiya sxemasi keltirilgan. Kuch qurilmalari, himoya sxemasiga, hamda mahalliy va markaziy boshqaruv tizimiga kiruvchi uskunalar unifikatsiyalanishi natijasida sxema aniq strukturalanishi va qurilmalarni modullashtirish imkoni tug'ildi.

Uch fazali umumiy foydalanish tarmog'ida keng qo'llanilayotgan qurilmalardan tortish elektr ta'minotida foydalanishni 2x50/25kV kuchlanishli yopiq taqsimlash qurilmasi fider yacheykasi misolida ko'rib chiqish mumkin. Bu yerda uch yig'ma shina o'rniga faqat chetdagi ikkitasi qoldirilgan uch fazali iste'molchi uchun mo'ljallangan yacheykadan foydalanilgan. Shu sababli yangi taqsimlash qurilmasini ishlab chiqib uni ekspluatatsiyaga yaroqliligini tekshirishga hojat qolmaydi.

Gazli yoki havoli muhitni tanlash sinov normalariga bog'liq bo'ladi. Hozirda oxirgi muvofiqlashtirish bosqichida bo'lgan yangi yevropa standartiga ko'ra 25 kV kuchlanishli o'zgaruvchan tok kontakt tarmog'i chaqmoqdan himoyasini 170 dan 325kV razryadli chaqmoq kuchlanishidan kelib chiqib ishlab chiqish kerak. Sinov kuchlanishining aniq qiymati kutilayotgan o'ta kuchlanishi hamda bir fazali tizimda faza va yer o'rtasida, ikki fazalar aro hosil bo'ladigan kuchlanishga bog'liq bo'ladi. Bundan tashqari kontakt tarmog'i seksiyalarini fazirovkasini ham hisobga olish lozim.

Yopiq taqsimlash qurilmasi uchun sinov kuchlanishi qiymati tanlash yo'l qo'yiladigan kuchlanish qiymatini tartibga soladigan OVZ yo'riqnomasidan aniqlanadi. Agar sinov kuchlanish 250kV yoki undan yuqori bo'lsa yopiq taqsimlash qurilmalarida joy iqtisodi uchun muhim rol o'ynovchi gaz izolyatsiyasi apparatura qo'llaniladi.

Modulli konstruksiya afzalligi buyurtmachi tomonidan ham tayyorlovchi tomonidan ham tan olingan. Qurilmani ishlab chiqishda alohida modullarga bo'lgan talabni aniqlanadigan umumiy tavsifda kelib chiqiladi. Buyurtmani amalga tadbii qilishda quyidagilarga e'tibor beriladi: loyiha chegaraviy sharoitini aniqlash; ijrochilarni oldindan tanlash; alternativ variantlarni ko'rib chiqish.

Niderlandiyada Rotterdam porti temir yo'li tortish elektr ta'minoti uchun bir fazali 2x25kV kuchlanishli o'zgaruvchan tok tizimli modulli tortish nimstansiyasi qurilmoqda. Uning yuqori voltli qismida uch fazali umumiy foydalanish tarmog'i uchun mo'ljallangan, ammo ikki fazali

ta'minot uchun biroz modifikatsiyalangan apparaturadan foydalaniladi. Birlamchi elektr ta'minot energiyasini keltirish yuqori voltli kabel yordamida transformator nimstansiyadan olinadigan qilib bajarilgan.



10.21-rasm. Modulli tortuvchi nimstansiya bir chiziqli sxemasi.

Ikkilamchi kuchlanish taqsimlash qurilmasi yuqorida ko'rib o'tilgan modullardan, ya'ni fider yacheykasi, shina ulovchi qurilma, xususiy ehtiyoj transformatorini ulashning sxemaviy elementlaridan tashkil topadi. Alohida modullarni kombinatsiyalash yo'li bilan boshqa konfiguratsiyani olish mumkin.

Yopiq taqsimlash qurilmasi uchun gaz izolyatsiyasi elementli tizim qabul qilinadi, chunki ikki faza orasidagi hisobiy sinov kuchlanishi 250 kV ni, faza va yer orasida esa 200 kV ni tashkil qiladi. Asosiy hal qiluvchi omillardan biri bo'lib joyni iqtisod qilish bilan bir qatorda amaldagi elektrotexnik qurilmalarning PYEHLA qo'llanmasiga ko'ra xizmat ko'rsatuvchi xodim xavfsizligini ta'minlash edi.

Temir yo'l sharoitida qurilmalardan foydalanish talabiga ko'ra modullarda himoya va boshqaruv tizimi ko'zda tutilgan.

Himoya va boshqaruv tizimi 162/3, 50 yoki 60 Gts kabi tortish toki chastotasiga bog'liq emas. Rotterdamdagi port tortish nimstansiyasida modul bajarilishli markazlashgan tortuvchi nimstansiyadan foydalanilgan. Mahalliy (MMI) va markazlashgan (SSADA) boshqaruv tizimlarida bir xil blokdan foydalaniladi. Bu qurilma umumiy foydalanish va sanoat korxonalari elektr ta'minot tarmoqlarida ham qo'llaniladi.

Himoya qurilmalari alohida modullar ko'rinishida apparat shkaflariga joylashtirilgan. Kontakt tarmog'i himoyasi uchun maxsus ishlab chiqilgan qurilmadan foydalanilgan, shu vaqtning o'zida boshqa ulanmalar oddiy

maksimal tok va differentsial himoyalar bilan jihozlangan.

Nazorat savollari

1. Tortuvchi nimstansiyalar maqsadi nima va ular qanday sinflanadi?
2. Tortuvchi nimstansiyalar tuzilish sxemalari o'ziga xosligi nimada?

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [15]

10.5. Kontakt tarmog'i

Kontakt tarmog'i (KT) tortuvchi nimstansiya yig'ma shinasidan elektrli harakatlanuvchi tarkib (EHT) ga elektr energiyasini yetkazib berish uchun mo'ljallangan. Bu sirpanuvchi kontakt – EHT tok qabul qiluvchisi sirpang'ichi-kontakt o'tkazgichi vositasida amalga oshiriladi.

KT qurilmalari quyidagi talablarni qanoatlantirishi lozim:

- turli iqlim sharoitida EHT maksimal tezlikda harakatlanishida uzluksiz tok olishni ta'minlashi;
- zararlanganda tarmoqning tez tiklanishini va zararlanish zonasi kichikligini ta'minlash uchun sodda konstruksiyali bo'lishi;
- yaxshi izolyatsiyaga ega bo'lishi;
- kontakt o'tkazgichi yemirilishga chidamli bo'lishi;
- xizmat qilish muddati katta bo'lishi;
- Iqlim va foydalanish omillari ta'siriga chidamli bo'lishi;
- xizmat ko'rsatishda foydalanishning harajatlari kam bo'lishi.

KT havo osmalaridan, tayanch konstruksiyalaridan tashkil topgan bo'lib, unga kontakt, ushlab turuvchi va kuchaytiruvchi o'tkazgichlar hamda har xil yordamchi qurilmalar osilgan bo'ladi.

Kontakt tarmog'ining kontakt o'tkazgichlari yuqori mexanik mustahkam, elektr o'tkazuvchan, yemirilishga chidamli va korroziyaga chidamli bo'lishi kerak.

GOST 2584-75 bo'yicha, kontakt o'tkazgichi maxsus profilli va bevosita EHT tok qabul qilgichi bilan o'zaro qatnashuvchi bo'lib, quyidagicha bajariladi: MF-mis shaklli; MFO- mis shaklli ovalsimon; NIF-past legirlangan shaklli; NIFO - past legirlangan shaklli ovalsimon; BrF - bronzali shaklli; BrFO- bronzali shaklli ovalsimon.

Zanjirli osma ushlab turuvchi troslari – ko'p simli o'tkazgich: misli (M), bronzali, bimetalli, izolyatsiyalanmagan o'tkazgichlar va po'latli spiral arqonlarda bajariladi.

Kontakt tarmog'i izolyatorlari (chinni, shishali, polimer) kuchlanishli o'tkazgichlarni yerdan va yerlangan qismlardan izolyatsiyalash hamda seksiyalarni bir-biridan ajratish uchun xizmat qiladi.

Bajarilish konstruksiyasiga qarab kontakt tarmog'i qurilmalaridagi izolyatorlar tarelkali va sterjenlilarga, vazifasiga qarab osma, anker, fiksator, konsol va seksiyalash izolyatorlariga bo'linadi.



10.22-rasm. Zanjirli kontakt osmasining sxemasi

Kontakt tarmog'i tayanchlari quyidagicha sinflanishi mumkin:

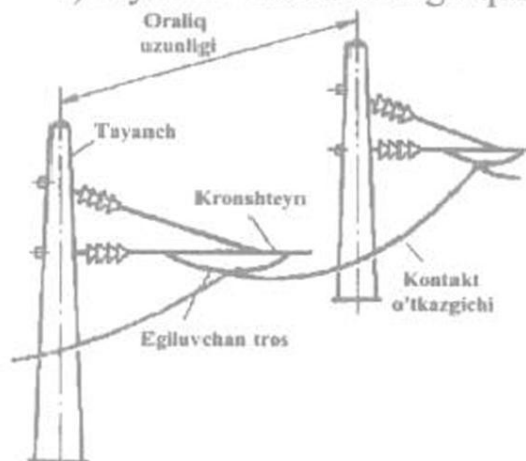
a) vazifasi va olayotgan yuklamasi xarakteriga qarab:

- oraliqli, o'tkazgichlar og'irligidan yuklama va shamoldan gorizontol zo'riqish oluvchi;
- o'tish, anker tayanchlari orasida anker uchastkalar tutashish joylarida o'rnatiladigan va shu uchastkalar o'tkazgichlarini ushlab turuvchi;
- ankerli, ularda mahkamlangan kontakt osmasi o'tkazgichlaridan to'liq tortilishini qabul qiluvchi;
- fiksatorli, faqat o'tkazgichlar yo'nalishi o'zgarishidan va ularga shamolning gorizontol yuklamasini qabul qiluvchi;

b) ushlab turuvchi tayanchlarga mahkamlanish turiga qarab:

- konsolli;
- qattiq va egiluvchan ko'ndalang tayanchlari;

v) tayanch materiallarga qarab: yog'och, temir, temirbetonli.



10.23-rasm. Oddiy kontakt osma sxemasi

KT ushlab turuvchi qurilmalari – konsol, qattiq va egiluvchan ko'ndalanglari – rels boshchasi sathidan muayyan balandlikda KT ning kontakt, ushlab turuvchi va kuchaytiruvchi o'tkazgichlarini osish uchun xizmat qiladi.

Konsollar bir yo'lli, ikki yo'lli va ko'p yo'lli, shakliga qarab esa to'g'ri va egik bo'lishi mumkin. Ular turli yo'llar bilan kontakt osmasi mexanik mustaqilligini ta'minlaydi.

Konsollarni burchakli va shveller po'latidan, izolyatsiyalanganlari esa quvurdan tayyorlanadi.

Egiluvchan ko'ndalang – yo'lining ikki tomoniga o'rnatilgan, tayanchlar orasiga tortilgan troslar tizimidir. Ular kontakt tarmog'i osmasi 8 yo'ldan ko'p bo'lgan joylarda ishlatiladi, yoki tayanchlar yo'llar orasiga o'rnatib qattiq ko'ndalang o'rnatish imkoni bo'lmagan sharoitlarda qo'llaniladi.

Qattiq ko'ndalang – yo'lining ikki tomoniga joylashgan ikki tayanchda mahkamlangan metall ferma (rigel) dir. Ular kontakt tarmog'i osmasi 3-8 yo'lni qoplasa qo'llaniladi va ikki variantda: fiksatsiyalovchi tros va turli tayanchlarda bajariladi.

Kontakt tarmog'i o'tkazgichlarini va uning kesim yuzasini tanlash. Kontakt tarmog'i o'tkazgichlari kesim yuzasini alohida yo'llar kontakt osmasi ulanishi ikki sxemasi uchun ikki tomonlama ta'minotning bir fider zonasini uchun aniqlash lozim.

Optimal kesim yuza energotizimga qo'yilgan kapital qo'yilmani hisobga olmasdan va 8 yil muddatda o'zini oqlashini hisobga olib aniqlanadi, bunda energiya yo'qotishni quyidagi formuladan tarifga ko'ra aniqlanadi:

$$S_{iq, on_m} = 4,4 \sqrt{k_e B_0}$$

bu yerda, k_e – elektr energiya tannarxi, so'm/kVt*soat; V_0 – ko'rilayotgan fider zonasidagi kontakt tarmog'i o'tkazgichlarida yillik energiya yo'qotish, kVt*soat/yil*Om; B_0 – ko'rilayotgan fider zonasini kontakt tarmog'i o'tkazgichlarda solishtirma yillik yo'qotish.

Ba'zan S_{iq, on_m} juda katta chiqqanligi sababli hisobiy kattalikka yaqin bo'lgan kontakt osmasining standart kesimi yuzasini tanlash imkoni bo'lmaydi. Ushbu holatda $S_{ek, opt}$ kontakt osmasi kesim yuzasi S_{iq, on_m} dan kichik olinadi, faqat bunda kesim yuza quyidagi formuladan aniqlanuvchi $S_{iq, min}$ dan kichik bo'lmasligi lozim:

$$S_{iq, min} = 0,33 \sqrt{B_0}$$

$S_{iq, min}$ qiymatini energotizimda elektr energiya yo'qotishni qoplash uchun zarur quvvatni yaratish narxini hisobga olib topiladi. Bunda energiya yo'qotish elektr energiya tannarxiga ko'ra baholanadi va o'zini oqlash muddati temir yo'lni elektrlashtirish o'zini oqlashining yuqori chegarasiga yaqin olinadi.

Iqtisodiy kesim yuza sifatida kontakt tarmog'i kesim yuzasining optimal va minimal qiymati orasida yotuvchi standart kesim yuzasida olinadi. Bunda yo'lining ikkala kontakt osmasi sxemasi uchun standart kesimni tanlash usuli bir xil bo'lishi lozim. Masalan, sxemalardan birida

kesim yuza minimalga yaqin olingan bo'lsa, ikkinchi sxemada ham ushbu sharoitdan kelib chiqib tanlanadi.

Energiyani solishtirma yo'qotish:

$$B_0 = \frac{\Delta A_{yil}}{r_{ek} l}$$

bu yerda, ΔA_{yil} – fider zonasi o'tkazgichlarida yillik energiya yo'qotishi, kVt. soat; l – fider zonasi uzunligi, km; r_{ek} – bir yo'l fider zonasi kontakt tarmog'i parallel ulangan o'tkazgichlari qarshiligi, Om/km.

Bu qiymatni topish uchun quyidagini hisoblash lozim:

$$\Delta A_{yil} = 365 \cdot \Delta A_{sutka}$$

bu yerda, ΔA_{sutka} – ko'rilayotgan fider zonasi kontakt tarmog'ida foydalanishning beshinchi yilida harakatlanishining yillik o'rtacha kattaligida bir sutkada energiya yo'qotishi, kVt soat.

Nazorat savollari

1. Anker uchastka tutashmasi nima?
2. Nima uchun KT anker uchastkalariga bo'linadi?
3. Zanjirli osma sinflanishi, sxemalari va konstruksiyasi.
4. Kontakt relsi, uning vazifasi va tuzilishi.
5. Fiksator, tor va qisqichlarning vazifasi.
6. KT qurilmalarining rejalarda shartli belgilanishi.
7. Egiluvchan va qattiq ko'ndalang konstruksiyalar sxemalarini keltiring.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [15]

10.6. EHT tok qabul qilg'ichlari

Tok olish. Kontakt tarmog'i elektr harakatdagi tarkibining tok qabul qilgichi bilan birgalikda elektrlashtirilgan temir yo'lning asosiy xususiyatini tashkil etadi. Elektr energiyasi harakatdagi lokomotivga ikki harakatchan kontakt: kontakt simi va tok qabul qilgich, relslar va g'ildiraklar orasidagi kontakt orqali uzatiladi. Tok olish deb energiyaning kontakt simidan elektr harakatdagi tarkibning tok qabul qilgichiga uzatish jarayoniga aytiladi.

Tok olish sifati ko'pgina omillarga bog'liq. Masalan, u kontakt simi tarangligi ortganida yoki oralik uzunligi kamayganida (ya'ni φ_1 burchagining kichrayishida kamayadi. Sifatli tok olish uchun asosiy talab - kontakt simi va tok qabul qilgich o'rtasidagi kontaktning uzluksizligidir.

Tok olish jarayonini faqat tok qabul qilgich va kontakt simi orasidagi kontakt uzilmagan holdagina uzluksiz deb hisoblash mumkin, chunki tok qabul qilgich kontakt simidan uzilganida ular orasida uchqunlanish va hatto elektr yoyi hosil bo'lib, simga qayta tegishi esa zarbga sabab bo'ladi. Bu yana tok qabul qilgichning uzilishini keltirib chiqaradi. Bir soniya bo'lsa ham uzilmaydigan kontaktni ta'minlash uchun kontakt osmalari va tok qabul qilgichlarning muayyan konstruksiyalarini yaratish maqsadida katta xarajatlar talab etilgani sababli poyezd yurishi rejimi buzilishiga olib kelmaydigan qisqa muddatli uzilishlar bo'lishiga yo'l qo'yiladi.

Tok olish sifatini ikki o'zaro bog'liq ko'rsatkich – kontakt bosimi o'zgarishi va tok qabul qilgichning oraliqdagi traektoriyasi (tok qabul qilgich traektoriyasi deganda uning sirpang'ichining kontakt simi bilan vertikal yuzadagi kontakt nuqtalari yo'li tushuniladi) xarakteriga ko'ra baholash mumkin.

Kontakt bosishi imkon qadar kamroq o'zgarishi, har holda me'yorlarda belgilangan chegaralardan chiqmaydigan maqsadga muvofiqdir. Quyi chegara nomaqbul sharoitda tok qabul qilgich kontakt simidan uzilmaydigan qilib o'rnatiladi. Yuqori chegara esa tok qabul qilgich kontakt simini juda katta ko'tarmasligi kerak, chunki bunda tok qabul qilgich kontakt osmasi detallariga tegib ketishi mumkin. Ana shu detallar hamda tok qabul qilgichning o'zi shikastlanishiga olib kelishi mumkin. Yo'l qo'yiladigan kontakt bosilishlari me'yorlashtirilmagan. O'zgaruvchan tokli yo'llarda tok qabul qilgichlarning 40-200 N (4-20 kgk), doimiy tokli yo'llarda esa – 60 dan 360 N gacha (6-36 kgk) kuch bilan bosilishi maqbul deb hisoblanadi.

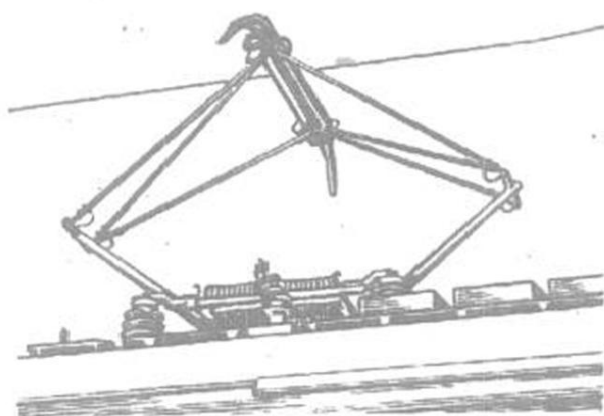
Kontakt bosimining minimal tarzda o'zgarishini ta'minlash uchun tok qabul qilgich muayyan traektoriyaga ega bo'lishi kerak. Tajriba natijalarining ko'rsatishicha, tok qabul qilgich traektoriyasi to'g'ri chiziqqa qanchalik yaqin bo'lsa, kontakt bosimi shuncha kam o'zgaradi va tok olish sifati ham shuncha yaxshi bo'ladi. Tok olishning yuqori sifati, ya'ni tok qabul qilgichning to'g'ri chiziqqa eng yaqin traektoriyasini ta'minlash uchun havo kontakt osmalari quyidagi asosiy talablarga javob berishi shart.

Oraliqdagi kontakt osmasi uzunligi bo'ylab elastikligi imkon qadar bir xil, teng bo'lishi kerak. Elastiklik deb kontakt simi ko'tarilgan balandlikning uni ko'targan tok qabul qilgich bosimi kuchiga nisbatiga aytiladi.

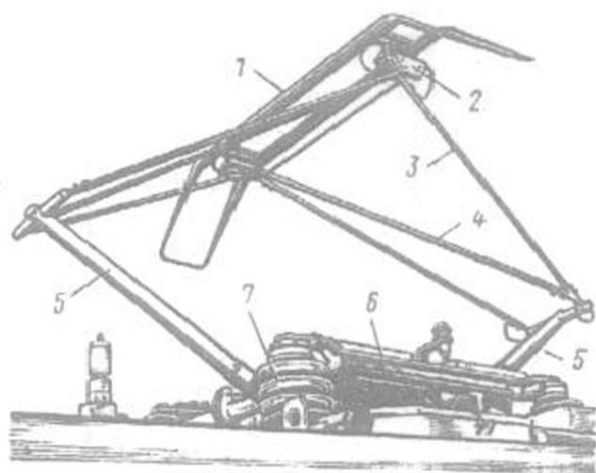
Tok qabul qilgichlar. Tok qabul qilgich deb harakatdagi tarkib elektr uskunalarining kontakt tarmog'i bilan elektr kontaktga kirishishini hosil qilish uchun mo'ljallangan elektr apparatiga aytiladi (GOST 19350-74). Har bir elektrovoz ikkita tok qabul qilgich bilan jihozlanib, ulardan biri ishlab tursa, ikkinchisi – rezerv (zahira) da turadi. Dunyoning elektrlashtirilgan temir yo'llarida turli tok qabul qilgichlar qo'llanib, ular

tok kuchlanishi va turi, EHT quvvati va konstruktiv tezligiga bog'liq holda tanlanadi. Temir yo'llarni elektrlashtirishda o'zgaruvchan tok elektrovozlari hamda doimiy va o'zgaruvchan tokda ishlaydigan elektrpoyezdlarda bir sirpang'ichli P-1B, P-1V, P-7A (10.24-rasm), P-7B, TL-13U, TL-14M tok qabul qilgichlari o'rnatiladi (10.25-rasm). VL23, VL8, VL10 doimiy tok elektrovozlari esa ikki sirpang'ichli P-3 (10.26-rasm), P-3A, P-5A tok qabul qilgichlari qo'llanadi. VL19, VL22, VL22^m elektrovozlari hamda S^r doimiy tok elektrovozlari shu bilan birga dastlabki chiqarilgan DJ-5 va DJ-4 tok qabul qilgichlaridan foydalaniladi. MDH temir yo'llarida ishlab turgan CHS1, CHS2, CHS3 va CHS4 chex elektrovozlari mos ravishda 9RR, 13RR (ikki sirpang'ichli), 10RR5, 2SLS-1 (bir sirpang'ichli) tok qabul qilgichlari o'rnatilgan. Ba'zi chet el davlatlarida fransuz firmasining asimmetrik tok qabul qilgichi qo'llanadi.

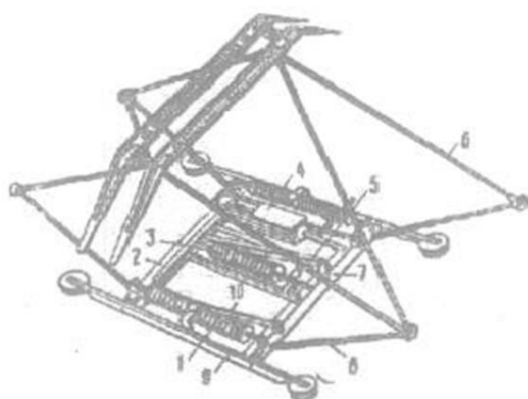
Ikki sirpang'ichli P-3 tok qabul qilgichini ko'rib chiqaylik (10.26-rasmga qar.). Asos (taglik) 9 to'rt tayanchli izolyatorga mahkamlangan. Harakatchan tizim ikki quyi 8 va ikki yuqori 6 ramadan tashkil topib, ular o'zaro sharnirlar yordamida ulangan. Quyi ramalar esa o'zaro ikki sinxronlovchi tyagalar 10 bilan bog'langan asosiy vallarda 2 mahkamlangan. Bunday bog'liqlik tok qabul qilgich yuqori qismining vertikal bo'ylab siljishini ta'minlaydi. Harakatchan tizimga karetkalar yordamida kontakt simiga tegib turgan ikki sirpang'ich mahkamlangan.



10.24-rasm. P-7A tok qabul qilgichi.



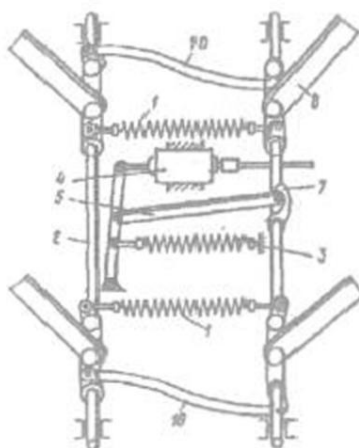
10.25-rasm. TL-14M tok qabul qilgichi:
1-sirpang'ich; 2-karetka; 3-yuqori rama trubasi; 4-diagonal tyaga; 5-quyi rama richagi; 6-asos (taglik); 7-izolyator.



10.26-rasm. P-3 tok qabul qilgichi:

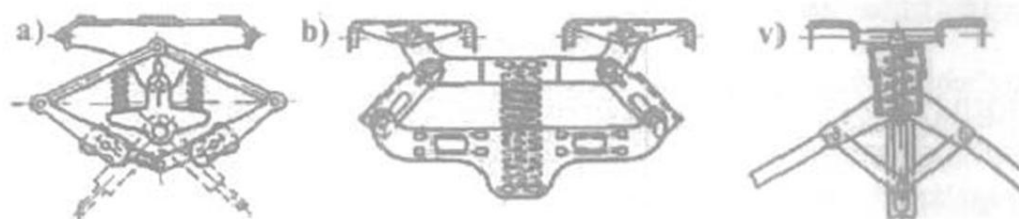
1-ko'tarish prujinasi; 2-quyi rama vali (bosh, asosiy val); 3-tushirish prujinasi; 4-pnevmatik silindr; 5-turtish richagi; 6-yuqori rama trubasi; 7-richag; 8-quyi rama trubasi; 9-asos (taglik); 10-sinxronlovchi tyaga.

P-3 tok qabul qilgichini ko'tarib-tushirish mexanizmi (10.26-rasm) ikki ko'tarish prujinasidan 1 iborat bo'lib, ular quyi ramalar "quloq"lari 2 va pastga tushiradigan prujina bilan ulangan bo'lib, uning bir uchi richaglar tizimi orqali pnevmatik silindr porshenining shtoki 4 hamda vallardan biriga o'rnatilgan richag 5 bilan bog'langan. Silindrdagi havo bosimi atmosfera bosimiga teng bo'lsa, unda tok qabul qilgich quyi holatda va prujinalar 1 cho'zilgan. 1 prujinalarning tarangligi tok qabul qilgichni ko'tarish uchun kamlik qiladi, chunki 7 va 5 richaglar orqali 3 pastga tushiruvchi prujina tarangligi bunga qarshilik ko'rsatadi. Silindrga siqilgan havo kiritilganida porshen tolkatel(turtgich)ni chapga surib, tushiruvchi prujinaning 7 richagga ta'sirini to'xtatadi. Ko'taruvchi prujinalar 1 asosiy vallarni 2 burib, harakatchan tizimning yuqori va quyi ramalarini ko'tarib, tok qabul qilgichning sirpang'ichlarini kontakt simiga muayyan kuch bilan bosadi. Silindrdan havo chiqarilganida (mashinist ixtiyoriga ko'ra yoki pnevmatika magistrali shikastlanganida) prujina 3, 5 va 7 richaglar orqali tok qabul qilgichni pastga tushiradi.



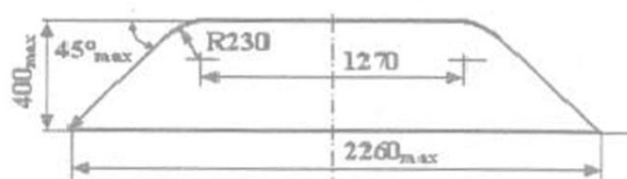
10.27-rasm. P-3 tok qabul qilgichini ko'tarish va tushirish mexanizmi belgilari

Harakatchan tizim tok qabul qilgich sirpang'ichining kontakt simi balandligi rels kallagi darajasiga nisbatan 5550 dan 6800 mm ga qadar o'zgarishida kontakt simi bilan kontaktini ta'minlaydi. Harakatchan tizim richaglari soniga ko'ra aksariyat tok qabul qilgichlar to'rt richagli hisoblanadi (10.25-rasm). Shuningdek ikki richagli – P-7A, P-7B, TL-13U, TL-14M (10.24, 10.25-rasmlar) va bir richagli tok qabul qilgichlar ham mavjud.



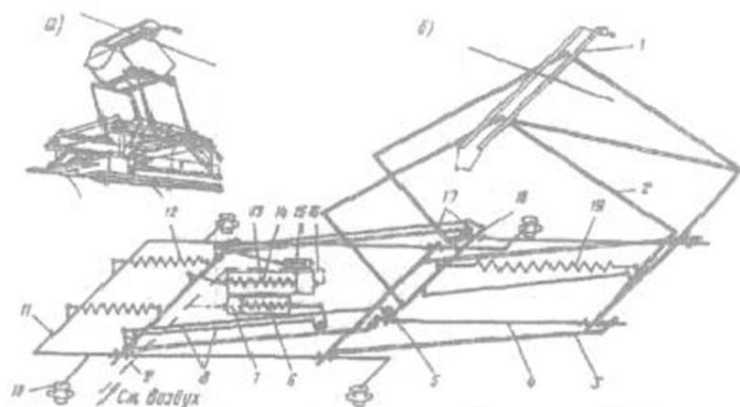
10.28-rasm. Tok qabul qilgich karetkalari - DJ-5 (a), P-3 (b), 10RR5 (v).

Tok qabul qilgich karetkalari (10.28-rasm) sirpang'ichning ramadan qat'iy nazar vertikal harakatlanishini ta'minlaydi. Sirpang'ich va harakatchan rama o'rtasida prujinalar joylashib, bu kontakt simidagi qattiq joylar va turli notekisliklardan o'tishda tok olishni yaxshilaydi. Tok qabul qilgich sirpang'ichi karkas va unda o'rnatilgan kontakt vstavka(plastina)lardan iborat bo'lib, ular kontakt simining bo'ylama va ko'ndalang harakatlanishiga imkon beradilar. Barcha tipdagi tok qabul qilgichlar uchun sirpang'ich konfiguratsiya va o'lchamlari GOST 12058-72 da belgilangan (10.29-rasm). Tok qabul qilgichlar turlicha kontakt vstavkali sirpang'ichlar o'rnatish mumkin bo'ladigan qilib loyihalanishi shart.



10.29-rasm. Sirpang'ich konfiguratsiyasi

Kontakt vstavkasi kontakt simidan sirpanuvchi kontakt orqali bevosita tok olish uchun mo'ljallangan. U eng og'ir sharoitlarda ishlab, shu sababli yedirilishga moyil va turli mexanik va termik ta'sirlarga uchraydi. Shuning uchun vstavkalar materialiga kontakt simining xizmat muddatini uzaytirish hamda kontakt tarmog'i va tok qabul qilgichga qarash va ularni ta'mirlash xarajatlarini kamaytirishga qaratilgan talablarni qo'yadilar. Vstavka material sifatida mis, bronza, alyumin qorishmalari, ko'mir, metall keramika kabilarni qo'llaydilar.



10.30-rasm. TS 1M tok qabul qilgichi va uning kinematik sxemasi (b)

1 – sirpang'ich; 2 – yuqori tizimning harakatchan ramalari; 3 – quyi tizimning harakatchan ramalari; 4 – harakatlanuvchi asos (taglik); 5 – “zirak”; 6 – yuqori tizimning tushiradigan prujinasi; 7 – yuqori tizimning pnevmatik silindri; 8 – yuqori tizim harakatchan ramalarini tushirish tyagalari; 9 – havo quvuri; 10 – izolyator; 11 – qo'zg'almas asos (taglik); 12 – quyi tizimning ko'taruvchi prujinasi; 13 – quyi tizimning pnevmatik silindri; 14 – quyi tizimning tushiradigan prujinasi; 15 – zolotnik; 16 – havo quvuri; 17 – zolotnikni boshqarish mexanizmi tyagalari; 18 – yuqori tizimning asosiy vali; 19 – yuqori tizimning ko'tarish prujinasi.

Temir yo'llarda asosan mis va ko'mir kontakt vstavkalaridan foydalanadilar. Ko'mir vstavkalar misdan yasalganiga nisbatan kontakt simi kamroq yedirilishiga sabab bo'lishiga qaramay, ularning o'tish elektr qarshiligi kuchliroq bo'ladi, bu poyezd to'xtab turganida tok olishda sim kuyishiga olib keladi. Shu sababli barcha doimiy tok liniyalari uchastkalarida faqat ko'mir, yoki faqat mis vstavkali tok qabul qilgichlar ishlatiladi. Mahalliy shart-sharoitni hisobga olgan holda mis vstavkalarni ko'mirlilari bilan almashtirish ham davom etmoqda. TL-13U va TL-14M tok qabul qilgichlari ham avvaldan amal qilib kelgan standartlar bo'yicha tayyorlanib, ishlab chiqilgan. Shartli belgilar: T – Tok qabul qilgich; T (O) – og'ir; L (E) – yengil seriyalari; 13 va 14 modelning tasdiqlangan raqami (nomeri); M – metall va metall-keramikadan yasalgan; U (K) – ko'mirdan yasalgan vstavkalar. 1975 yildan GOST 12058-72 amalga kiritilib, u avvalgisi kabi, tok yuklamasiga bog'liq ravishda og'ir (T) va yengil (L) tipdagi tok qabul qilgichlar ishlab chiqarishni ko'zda tutadi. T tipiga xos tok qabul qilgichlar doimiy tokda yuradigan yoki ikki turda ta'minlanadigan yuk va yo'lovchi tashiydigan elektrovozlar uchun mo'ljallangan. Poyezd harakatlanganida ular kontakt simidan 2200 A kuchlanishli, uzoq muddatli tok va hisobiy qishki rejimda to'xtab turganda esa 300 A hamda yozgi mavsum uchun 160 A tok olinishini ta'minlashi kerak.

Eng yaxshi tok qabul qilgichlar harakat tezligi 160-180 km/s bo'lganida tok olish uchun mo'ljallangan. TS-1M avto boshqariladigan tok qabul qilgichi (7-rasm) esa tezkor harakatlanish (250 km/s) uchun ishlab

chiqarilgan bo'lib, u quyi 3 va yuqori 2 harakatchan tizim ramalaridan tashkil topgan. Kontakt simi balandligi ozroq ($\pm 0,3$ m) o'zgarganida quyi tizim qimirlamay, sirpang'ich esa yuqori tizim harakatchan ramalari yordamida siljiydi. Sim balandligi anchagina o'zgarsa, quyi tizim avtomatik tarzda ishga tushadi. Bunga havo quvuri 16 orqali quyi tizim 13 silindriga siqilgan havo uzatishni muvofiqlashtirib turadigan zolotnik 15 yordamida erishiladi. Avto boshqariladigan tok qabul qilgich kontakt osmasiga kamroq massasi bilan ta'sir etib, bu osma simlariga kontakt bosimining dinamik tarkibiy qismini kamaytiradi.

Tok olish sifati. Lokomotivga sim va tok qabul qilgich (aniqrog'i, tok olgich) orasidagi sirg'aluvchi kontakt orqali elektr energiyasini uzatish jarayoni O'zbekiston va chet elda katta tezlikda harakatlanishga o'tilishi munosabati bilan katta e'tibor berilayotganiga qaramay, ancha murakkab bo'lib, hamon yetarlicha o'rganilgan emas. Uning maqsadi, intilish va amaliy tavsiyalari umuman bir-biriga yaqin bo'lgani bilan ushbu jarayon sifati mezonlari bo'yicha ham yagona fikrga kelinmagan.

Prujinalar ta'sirida tok qabul qilgich tegish nuqtasida simni ko'tarib, osma og'irligi kuchini qisman o'ziga oladi va bu bilan osmaning tok qabul qilgich bosimiga reaksiyasini ta'minlaydi. Tok qabul qilgichning simga bosimi hisoblashish kerak bo'lgan ikki oqibat keltirib chiqaradi. Birinchidan, sim tok qabul qilgich bosimi ta'sirida ko'tariladi. Ko'tarilish darajasini ish ishonchliligi shartlariga binoan cheklab turish kerak. Ikkinchidan, tok qabul qilgich sim bo'ylab harakatlanganida ular orasida ishqalanish kuchi yuzaga kelib, u sim va kontakt vstavkalarining ishdan chiqishiga olib keladi. Simning ko'ndalang kesimi maydoni kamayishi tufayli energiya va kuchlanish ko'proq yo'qotiladi. Bunda tok qabul qilgichning simga bosimi o'zgarishi sim va kontakt vstavkalari orasidagi ishqalanish kuchi, kontaktning o'tish qarshiligi, simning balandligi holati ham o'zgarishini keltirib chiqaradi. Alohida joylarda bosimning, mos ravishda shu yerdagi ishqalanish kuchining ortishi simning hamda tok qabul qilgich vstavkalari mahalliy yedirilishi ortishiga olib keladi. Aynan mahalliy edirilish tufayli uzilishning oldini olish maqsadida simlarning bir qismini yoki butun anker uchastkasidagi simni kesib, almashtirishga to'g'ri keladi. Kontakt bosimi nolga qadar tushganida tok qabul qilgich sirpang'ichi simdan uzilib (ajralib), demak, uchqunlanish, hatto barqaror yoy hosil bo'ladi.

Simni fiksatorlar, strelkalar va kesishuvlarda me'yoridan ortiqcha bosib yuborish tok qabul qilgich buzilishi yoki kontakt tarmog'i simlarining uzilishiga olib kelishi mumkin. Bu kabi shikastlanishlar paydo bo'lmasligi uchun tok qabul qilgich va kontakt tarmog'ining eng baland ko'tarilishini

cheklab qo'yish kerak. Bu hodisa tok olish sifatiga simning shamol ta'sirida og'ishi kabi ta'riflaydi; u yoki bu holda ham simning me'yordan ortiq og'ishi tok qabul qilgichning buzilishi yoki sim uzilishiga olib kelishi mumkin.

Me'yordan kam, shu bilan birga me'yordan ortiqcha bosim bilan ta'sir qilish tok qabul qilgichning buzilishi yoki sim uzilishiga, ya'ni ish buzilishiga olib kelish ehtimoli tufayli, bu ikki ko'rsatkich orasida tok qabul qilgichning eng ishonchli ishlashi imkonini beradigan bosim (bosilish) darajasi me'yori ham joylashishi kerak. Fikrimizcha, tok qabul qilgichning sim va vstavkalarining eng kam darajada yedirilishini (birinchi darajada mahalliy yedirilish) ta'minlaydigan va simlarning xavfli og'ishining oldini oladigan bosim darajasi o'rnatilganida ishonchli va tejamkor tok olishga erishiladi. Shuning uchun tok qabul qilgich va kontakt osmasining o'zaro ishlashi hisob-kitoblari ularning eng kam mahalliy yedirilishni ta'minlaydigan parametrlarini aniqlash, keyin esa simlar og'ishini tekshirishdan iborat bo'lishi kerak bo'ladi. Tekshiruv hisob-kitoblari qoniqarsiz natijaga olib kelsa, u holda buning iloji bo'lsa, osma yoki tok qabul qilgich konstruksiyasiga o'zgartirishlar kiritish talab etiladi. Buning imkoni bo'lmasa, birinchi talabga muvofiq moslamalarning hisob-kitob natijasida olingan parametrlarini o'zgartirib, simlar va tok qabul qilgichning yuqori darajada yedirilishiga ko'nikishga to'g'ri keladi.

Afsuski, mahalliy yedirilishlarni bashoratlash uslublari hozircha mavjud emas. Ana shu mahalliy yedirilishlar taqsimlanishga doir muayyan egri chiziqlardan iborat bo'lishiga shubha yo'q. Balki, bu maqsadda normal qonun qo'llanishi mumkin bo'lsa kerak. Statistika asosida yedirilishni bashoratlash yuzasidan materiallar ishlab chiqish zarur bo'lib, bu osma va tok qabul qilgichlar parametrlarini ishonch bilan tanlash imkonini beradi. Mahalliy yedirilish ko'rsatkichlari teng bo'lganida umumiy yedirilish darajasi kamroq bo'lgan variantlarga ustunlik berilishi shart. Masala kengroq qo'yilsa, ya'ni unda sifati va qiymati (narxi) turlicha bo'lgan osma va tok qabul qilgichlar ko'rib chiqilgan holatda vazifa eng kichik edirilishni emas, balki eng kichik keltirilgan xarajatlar yig'indisini topishdan iborat bo'ladi. Yedirilgan kontakt simini almashtirish bilan bog'liq sarflar ham ana shu xarajatlar tarkibiga kiradi.

O'z-o'zidan ma'lumki, ba'zi hollarda simlar va tok qabul qilgich vstavkalarining yedirilishi asosiy o'rin tutsa, boshqa vaziyatda – simning boshlang'ich holatidan og'ishi birinchi o'ringa chiqadi. Masalan, simlarning ancha kam yedirilishini ta'minlaydigan ko'mir va metall keramika vstavkalarini qo'llashda, fikrimizcha, simning og'ishi birinchi o'ringa chiqib, aksincha, mis vstavka qo'llangan va simlar tarmoq yaxshi

muvoqlashtirilgan sharoitda – simning yedirilishi asosiy rol o'ynaydi. Liniyani loyihalashtirishda osma, ba'zi hollarda esa tok qabul qilgichning turi va parametrlarini tanlash masalasi ko'tariladi. Eksploatatsiya sharoitida barcha ish kontakt osmasini qisman qayta muvoqlashtirish va tok qabul qilgich bosim kuchini uning prujinalari yordamida o'zgartirishdan iborat bo'lib qoladi. Oqibatda tok olish sifatining har ikkala mezonini tok qabul qilgichning simga bosim kuchi bilan tavsiflanadi. Osma va tok qabul qilgichning birga ishlashi hisobi va tadqiqotlari ham oraliq uzunligi bo'ylab tok olish ko'rsatkichini aniqlashga bag'ishlangan.

Tok qabul qilgichning, ayniqsa poyezdlar tezkor harakatlanganida, sim bo'ylab o'tishi tok qabul qilgich – kontakt osmasi tizimining murakkab tebrangansimon harakatlari ham kuzatiladi. Shu vaqtning o'zida simlarning jiddiy o'zgarishlarini keltirib chiqaradigan rezonans hodisalar yuzaga kelishi ham mumkin.

Yuqoridagilardan kelib chiqib aytish mumkinki, birinchi navbatda kontakt bosimining yuqori va quyi (past) chegaralari belgilab olinishi shart. So'ng tok olish sifatini baholash maqsadida jarayonning u yoki bu jihatini tavsiflaydigan turli ko'rsatkichlarni qo'llaydilar. Masalan, amaliyotda kontakt bosimining nisbiy o'zgarishidan foydalanadilar:

$$n' = [P_{max} - (P_{st} + P_v)] / (P_{st} + P_v)$$

$$n'' = [P_{min} - (P_{st} + P_v)] / (P_{st} + P_v).$$

bu yerda, R_{min} va R_{max} – mos ravishda kontakt bosimining eng kichik va eng katta ko'rsatkichlari; R_v - aerodinamik ko'tarish kuchi. $(n) \leq 0,5$ bo'lganida tok olish qoniqarli bo'ladi deb hisoblanadi. Tok qabul qilgich sirpang'ichi vertikal siljishining ko'lam $h_{max} - h_{min} = 2A$, shuningdek eksploatatsiya jarayonida tok qabul qilgich sirpang'ichining simdan uzilish koeffitsiyenti ham e'tiborga olinadi:

$$\kappa_{OT} = \frac{\sum T_{OT}}{T} 100\%$$

(bu yerda, $\sum T_{OT}$ - sirpang'ich barcha quyilmalarining simdan uzilishi umumiy vaqti; T - ushbu uchastka bo'ylab o'tish vaqti).

Nazorat savollari

1. Tok olish sifati nimalarga bog'liq bo'ladi?
2. Tok qabul qilgich qanday turlarini bilasiz?
3. Tok qabul qilgich asosiy qismlarini sanab bering.

Tavsiya qilinadigan adabiyotlar [15]

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Амиров С.Ф., Балгаев Н.Э., Хушбоқов Б.Х. Многопредельные преобразователи тока для систем управления движением поездов. Безопасность движения поездов: Труды VIII Научно-практической конференции. В 2-х частях. – Москва: МИИТ, 2007. Ч.1. – С. V-2.
2. Бердиев У.Т., Инсапов Д.М., Камалов И.С., Хушбоқов Б.Х. Технологические процессы технического обслуживания и текущего ремонта электровозов серии «Ўзбекистон-Йўловчи». Ташкент, 2012.–109с.
3. Инсапов Д.М. Основы электрической тяги. Методические указания для выполнения практических работ. – Ташкент, 2005.
4. Киселёв И.П. и др. Высокоскоростные железные дороги. / И.П. Киселёв, Е.А. Сотников, В.С. Суходоев. – СПб.: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2001. – 60 с.
5. Осипов.С.И. и др. Основы локомотивной тяги. Учебник для техникумов ж.-д. трансп./С.И.Осипов, К.А. Миронов, В.И. Ревич. 3-е изд., доп. Перераб.- М.:Транспорт, 1979.-440с.
6. Осипов.С.И., Осипов С.С. Основы тяги поездов. Учебник для студентов техникумов и колледжей ж.-д. тр-та – М.: УМК МПС России, 2000. - 592с.
7. Осипов.С.И., Осипов С.С., Феоктистов В.П. Теория электрической тяги. Учебник для вузов ж.-д. тр-та / Под ред. С.И. Осипова – М.: Маршрут, 2006. - 436с.
8. Правила тяговых расчетов для поездной работы – М.: Транспорт 1985.-287с.
9. Прокудин И.В., Грачев И.А., Колос А.Ф. Организация переустройства железных дорог под скоростное движение поездов: Учебное пособие для вузов ж.-д. трансп. / Под ред. И.В. Прокудина.–М.: Маршрут, 2005. 716 с.
10. Свиязев В.П., Инсапов Д.М. Методические указания для выполнения курсовой работы. – Ташкент. ТашИИТ, 2007, 38 с.
11. Toshkent temir yo'l muhandislari instituti rasmiy sayti [www. Tashiit.uz](http://www.Tashiit.uz)
12. Тяга поездов. Методические указания для курсового и дипломного проектирования. Алимбаев Р.Х., Свиязев В.П., Ушаков Э.С., ТашИИТ, 1991

13. Турсунов К.Т.. Электрические железные дороги. Основы электрической тяги поездов./ под ред. Р.Р. Мамошина. Учебное пособие / К.Т.Турсунов. Ташкент: изд. ТашИИТ. 1991. 100 с.
14. Хамидов Н , Хушбоқов Б.Х. Электрлашган темир йўллар. Амалий ишни бажариш услубий кўрсатма. 2006.
15. Хушбоқов Б.Х., Свйазев В.П. Электр тортиш асослари. Лаборатория ишларини бажариш учун услубий кўрсатма. – Тошкент. 1-2 қисмлар.
16. Электровоз ВЛ80С. Руководство по эксплуатации/Н.М. Васько, А.С. Девятков, Л.Ф. Кучеров и др. – М.; Транспорт, 1990.
17. Электровозы ВЛ60К и ВЛ60п/к Руководство по эксплуатации / Дубровский З.М., Лорман Л.М.– М.: Транспорт, 1993.
18. Электропоезд ЭР9Е. Руководство по эксплуатации/ В.Н. Гаевской, М.И. Левит, Г.С. Люлинской, В.Г. Рожковой. –М. Транспорт, 1978.

Mundarija

Kirish	3
I. Umumiy ma'lumotlar.	7
1.1. Elektrli tortish nazariyasi	7
1.2. Transport harakatlanishi va uning o'ziga xos tomonlari	9
1.3. Turli transport turlarida harakatlantiruvchi kuchning yuzaga kelishi	11
1.4. Elektrli tortishdan tezyurar va yuqori tezlikli temir yo'l harakatida foydalanishning birinchi tajribalari	14
1.5. O'zbekiston elektr harakat tarkiblari va yuqori tezlikli elektr transporti to'g'risida umumiy ma'lumotlar	18
II. Lokomotiv tortish kuchi	24
2.1. Tortish kuchi hosil bo'lishi	24
2.2. Ilashishga ko'ra tortish kuchi	26
2.3. G'ildirak bandajlarining relslar bilan ilashishiga ta'sir qiluvchi omillar	29
2.4. EHT tortish xususiyatini oshirish	31
2.5. Hisobiy ilashish koeffitsiyenti	34
III. Tortuv elektr motorlari elektromexanik tavsiflari va tortuv tavsiflarini qurish	35
3.1. Tortuvchi elektromotor elektromexanik tavsiflari	35
3.2. Qo'zg'atishning turli usullarida elektr motori validagi tavsiflar	38
3.3. Tortuv elektr motorida energiya yo'qotish va uning foydali ish koeffitsiyenti	41
3.4. G'ildirak gardishiga keltirilgan tortuv elektr motori elektromexanik tavsiflari	44
IV. Tezlikni rostlashda o'zgarmas tokli elektr harakat tarkibi tavsiflari	47
4.1. Elektrli xarakatlanuvchi tarkib tezligini rostlash usullari	47
4.2. TEM tavsifini o'zgargan kuchlanishga qayta hisoblash	49
4.3. Maydonni sust qo'zg'atishda tortuv elektr motorlari tavsiflari	51
4.4. Kuchlanish o'zgarganda va sust qo'zg'atish ulanganda tezlik o'zgarish jarayoni	56
V. O'zgaruvchan tokli elektr harakat tarkibi tavsiflari	59
5.1. Umumiy ma'lumotlar	59
5.2. O'zgartgich qurilmalar tashqi tavsiflari	60
5.3. O'zgartgich qurilmalar orqali ta'minlanganda TEM tavsiflari	65

5.4. TEM kuchlanishini silliq rostdash	66
5.5. Statik o'zgartgichli EHT tavsiflari.....	68
VI. Poyezd harakatiga qarshilik.....	70
6.1. Poyezd yurishida uning harakatiga qarshilik ko'rsatuvchi kuchlar	70
6.2. Poyezd harakatga asosiy qarshilik	71
VII. Poyezd tormozlash kuchlari	74
7.1. Poyezd tormozlash kuchlari.....	74
7.2. Tormoz tizimi asosiy uzellari turlari.....	76
7.3. Poyezd tormozlash magistrali ishining o'ziga xosligi	81
7.4. Harakatlanish davrida poyezd tormozini boshqarishning o'ziga xosligi	84
7.5. EHT ni mexanik tormozlash	85
7.6. O'z-o'zini qo'zg'atishli TEM da reostatli tormozlash	89
7.7. EHTni rekuperativ tormozlash.....	91
7.8. EHT ni reostatli - rekuperativ tormozlash	92
VIII. Poyezd harakatlanish tenglamasi	94
8.1. Poyezd harakatlanish shartlari	94
8.2. Poyezd harakatlanish tenglamasi	95
8.3. Poyezd harakatlanish tenglamasining tahlili.....	98
IX. Tortish hisoblari.....	101
9.1. Tortish hisoblarini bajarish uchun yo'l profilini o'rganish va uni hisob ishlarini bajarishga tayyorlash.....	101
9.2. Tarkib massasini hisoblash	106
9.3. EHT tok tavsiflari	109
9.4. Tarkib massasini hisoblash	111
X. Talabalar mustaqil ishlari.....	113
10.1. Tezyurar "O'ZBEKISTON" elektrovozi mexanik qismlari	113
10.2. VL-80C elektrovozi tezligini rostdashni tadqiq qilish	116
10.3. ER9E elektropoyezdi tezligini rostdashni o'rganish.....	123
10.4. Elektrlashgan temir yol ta'minoti uchun tortuvchi nimstansiyalar.....	130
10.5. Kontakt tarmog'i.....	138
10.6. EHT tok qabul qilg'ichlari.....	141

Hushboqov Bahtiyor Hudoymurodovich

ELEKTR TORTISH ASOSLARI

O'quv qo'llanma

Muharrir: Inogamova Z.D.
Texnik muharrir va sahifalovchi: Tashbaeva M.X.

Nashrga ruxsat etildi 05.09.2013 y.
Qog'oz bishimi 60x84/16. Hajmi 9.7 b.t.
Adadi 40 nusha. Buyurtma №13-5/2013

ToshTYMI bosmaxonasida shop etildi.
Toshkent sh., Odilxo'jayev ko'shasi, 1 uy.

© Toshkent temir yo'l muhandislari instituti, 2013y.