

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**R.Minovarov, N.Usmonxo'jayev,
Sh. Fayziboyev**

**Temir yo'l vagonlarining elektr
jihozlari**

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi
tomonidan Toshkent Temir yo'l muhandislari instituti talabalari
uchun o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan

Toshkent — 2007

39.22-04

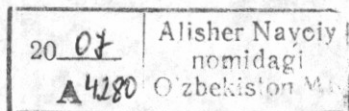
R.M. Minovarov, N.M. Usmonxo'jayev, Sh.S. Fayziboyev.
Temir yo'l vagonlarining elektr jihozlari. T.: "Fan va texnologiya"
2007, 240 bet.

Kitobda temir yo'l vagonlari haqida umumiy ma'lumotlar, ularning elektr ta'minoti, tadqiqi, hisoblash usullari bayon etilgan.

Elektr ta'minoti tizimiga kiruvchi barcha tok manbalari, elektr mashinali va yarim o'tkazgichli o'zgartgichlari, generatorlar yuritmalari jihozlarida kechadigan ish jarayonari, puxta va turg'un ishlash sharoitlarini yaratish usullari, asosiy va yordamchi elektr jihozlari, konstruktiv tuzilishlari, elementlari, ularning parametrlari va tasniflari keltirilgan. Kitob temir yo'l transporti muhandis-texnik va foydalanuvchi xodimlari, tiklash, buklash va ta'mirlash xizmatchilari, shuningdek, O'zbekiston Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 5521.100 «Yer-usti transport tizimlari» yo'nalishi bo'yicha umumkasbiy va maxsus fanlardan bakalavrlar va magistrlar tayorlash uchun, shu sohadagi akademik litsey hamda kollejlarda o'quvchilari uchun transport asoslarini o'rganishda va qo'llanma sifatida xizmat qiladi.

Taqrizchilar:

t.f.d. T.M.Qodirov;
t.f.n. X.A.Alimov;
t.f.d. K.A.Hamidov;
t.f.n. X.N.Axrоров;
t.f.d. A.A.Xaliqov.



FO 33479
291

ISBN 978-9943-10-047-3

© "Fan va texnologiya" nashriyoti, 2007.

KIRISH

Yo'lovchilar va tez buzuluvchi yuklarni tashishda temir yo'l transporti katta ahamiyat kasb etadi. Shu bois hozirgi zamon elektr ta'minoti tizimiga ega bo'lgan temir yo'l vagonlari bilan eskirib borayotgan vagonlarni, imkoni boricha, tezlik bilan almashtirishlik taqozo etiladi. Vagonlarni elektr energiya iste'molchisi sifatida qaraladigan bo'lsa, ularning elektr energiyaga bo'lgan ehtiyoji ko'paya borganligini va shu tufayli ular qabul qiladigan quvvat ko'proq talab etilayotganligining guvohi bo'lamiz. Bunga sabab vagonlarning zamonaviy qulaylik yaratuvchi texnik vositalar (konditsioner, tele-radio va boshqa) bilan jihozlanishidir.

Vagonlar elektr ta'minoti ishlash puxta ligini yuqori saviyada olib borishlik, asosan, zamonaviy texnika vositalarini qo'llab, ularga malakali xizmat ko'rsatish va ta'mirlashning progressiv texnologiyalarini qo'llashlikka bog'liq bo'ladi.

Hozirgi zamon vagonlarining elektr ta'minoti tizimida o'zgaruvchan tok, sinxron generatorlar, yarim o'tkazgichlar (sinxron generatori va yoritish tizimlari kuchlanishlarini roslash uchun va har xil parametrlar (havo va haroratni avtomatik ravishda boshqarish va boshqa) hamda EHM va qu'ilmalar qo'llanishga ega.

Vagon jihoz va kuch qurilmalari bo'lishi ventilatorlar, nasoslar, kompressorlar, elektr isitgichlar, yoritish tarmoqlari vagon elektr ta'minlagich tarmog'iga ulangan bo'lib, ularning puxtalik bilan ishlashi ana shu ta'minlagichlarning takomilligiga bog'liq bo'lib qoladi.

Temir yo'llarni elektrlashtirish vagonlarni markazlashgan holda elektr energiyasi bilan keng ko'lamda ta'minlashga imkon yaratadi. Natijada, avtomatik boshqaruv tizimlarini keng qo'llangan holda vagon sanitar holatini yaxshilash va elektr ta'minotini iqtisodiy jihatdan yuqori samarali natijalari bilan amalga oshirish imkoni yaratiladi.

I bob. VAGON ELEKTR TA'MINOTI TIZIMI RIVOJI

Yo'lovchilarga xizmat ko'rsatish madaniyatini oshirish va yo'lda komfort sharoitlarini yaratish vagonlarni zamonaviy elektr ta'minoti tizimi va puxta ishlovchi elektr jihozlari bilan jihozlashni takozo etadi. Tez buziluvchi oziq-ovqat va boshqa mahsulotlarni tashish ham sovutgich tizimlarni butun yo'l davomida puxta ishlashini talab etadi. Vagonlarni ta'mirlovchi korxonalarga uzatiladigan elektr energiyasi ham uzluksiz va puxta ishlashi zarur.

Vagon qurilish sanoatining rivoji va an'analari tavsiflari shuni ko'rsatadiki, hozirgi zamon vagonlarida elektr energiya iste'molchilarining ko'payishi va ularga beriladigan quvvat miqdori ortishi kerak ekan. Shuningdek, elektr tarmog'ini soddalashtirish va yengillatish maqsadida energiya ta'minotini o'zgarmas tok tizimidan o'zgaruvchan tok tizimiga o'tkazish maqsadga muvofiq bo'lar ekan.

Umuman olganda, yo'lovchilar tashuvchi vagonlar elektr ta'minoti bir necha tizimlarda amalga oshirilishi mumkin, quyida ularni ko'rib o'tamiz.

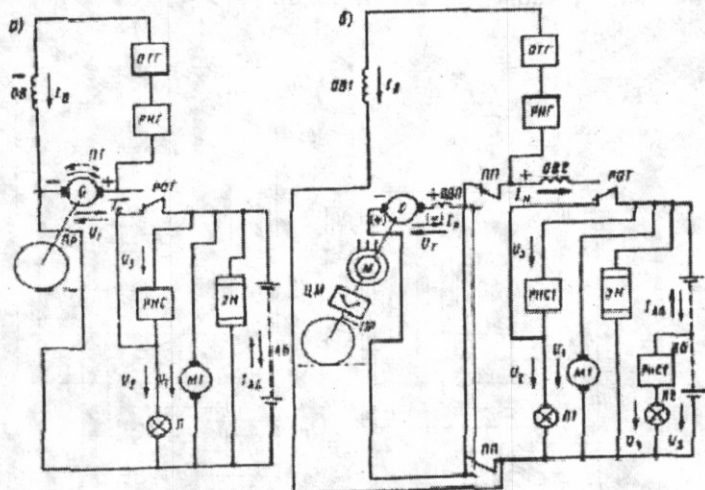
1.1. Avtonom (xususiy) elektr ta'minoti tizimi

Avtonom elektr ta'minoti tizimi asosiy — elektr ta'minlagich sifatida vagon g'ildiraklari juftligi o'qidan harakatlanuvchi o'zgarmas va o'zgaruvchan tok generatorlaridan foydalanadi. Vagon to'xtab turganda, yuritma sifatida o'zgaruvchan tok motoridan foydalaniladi (ularni motor-generatorlar deb yuritiladi).

O'zgarmas tok asosida yaratilgan elektr ta'minoti tizimlari, asosan, 24, 32, 50, 64, 72, 110 V kuchlanishlarga ega. Hamdo'stlik mamlakatlarida qo'llanilayotgan vagonlar konditsionersiz ishlatilganda, energiya ta'minoti kuchlanishi 50 V ga, konditsioner qo'llanilganda esa 110 V kuchlanishga ega. Ma'lumki, kuchlanish qiymati ortishi bilan elektr jihozlari vaznlari kamayadi.

1.1 a-rasmda keltirilgan elektr ta'minoti tizimi juft g'ildiraklar o'qidan harakatlanuvchi o'zgarmas tok generatoriga ega. Ularning ishchi kuchlanishlari 50-65 V ga teng. Tizim kuchlanish regulatori (ko'mir yoki yarim o'tkazgichga) ga ega bo'lib, konditsionersiz

ishlaydigan vagonlarda qo'llaniladi. Ular Germaniya va Rossiya zavodlarida ishlab chiqarilgan.



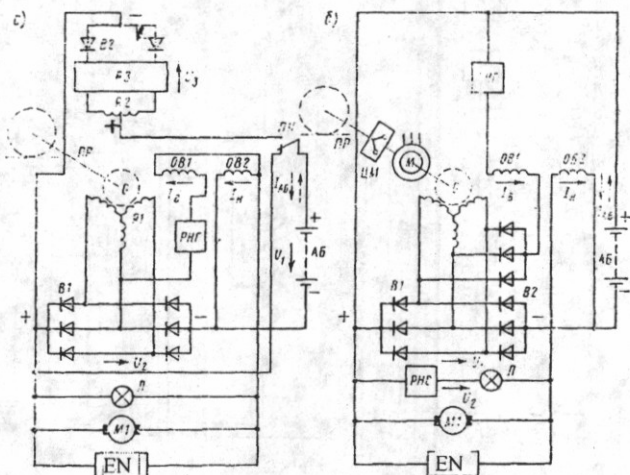
1.1-rasm. Yo'lovchi tashuvchi vagonlarni avtonom elektr ta'minlagichining soddalashtirilgan sxemalari: PR — uzatma; SM — markazdan qochuvchi mufta; PP — qutbli ulab-uzgich; ODP — qo'zg'otish o'lchamining qo'shimcha qutbi; QOV — qo'zg'otish cho'lg'ami; RNS — yoritish tarmog'ining kuchlanish regulatori; RNG — generatorning kuchlanish regulatori; OTG — generator tok cheklagichi; ROT — teskari tok rele; G — generator; M — elektrmotori; EN — elektr isitgich.

1.1 b-rasmda konditsionerli vagonlarning elektr ta'minoti sxemasi berilgan. Tizim vagon juftligi o'qidan harakatlanuvchi va to'xtab turganda esa o'zgaruvchan tok motoridan harakatlanuvchi o'zgarvas tok generatori (U110 V) ga ega.

1958-yildan boshlab yo'lovchi tashuvchi vagonlar o'zgaruvchan tok generatoriga ega avtonom elektr tizimi bilan jihozlanadigan bo'ldi. Bunda tizim bo'laklari sxemalarini soddalashtirish maqsadida induktor turidagi o'zgaruvchan tok generatoriga ega avtonom elektr ta'minoti tizimi sxemasi keltirilgan. EV-1, EV-7, EV-10, EV-13 turidagi tizimlar, asosan Rossiyada va 47K SK ko'rinishida Germaniyada yaratilgan (1.2-rasm).

Keltirilgan sxemalardagi generatorlar ikki qiymatdagi kuchlanish 50 (110) V ga ega bo'lib, generator asosiy cho'lg'ami Yal ni va qo'shimcha chulg'amni (16-24 V kuchlanish bilan)

ta'minlashga va ular yig'indisi bo'yicha esa akkumulator batareyasini zaryadlashga xizmat qiladi.



1.2-rasm. O'zgaruvchan tok generatoriga ega avtonom elektr ta'minoti sxemalari: a – konditsionersiz vagon; b – konditsionerli vagon B1 – uch fazali to'g'rilagich; V2 – qo'shimcha to'g'rilagich; OV1 – parallel, cho'lg'amli qo'zg'otgich; OV2 – ketma-ket cho'lg'amli qo'zg'otgich; PU – ulab-uzgich qurilma; SM – ulanuvchi mufta; RNG – generatorning kuchlanish regulatori; RNS – yoritgich tizimi kuchlanish regulatori; Ya1 i Ya2 – generatorning asosiy va qo'shimcha cho'lg'amlari; EN – elektr isitgich; M1 – elektr motori.

Hozirgi zamon generatorlarida kuchlanishni rostlash maqsadida generatorli kuchlanish regulatorlardan foydalaniladi. Bu regulatorlar yuqori aniqlik bilan ishlash xususiyatiga ega.

Avtonom elektr ta'minoti tizimlarida zaxiraviy elektr energiya ta'minlagichi sifatida kislotali va ishqorli akkumulator batareyalari qo'llaniladi.

Avtonom elektr ta'minoti tizimi afzalliklari:

- a) tashqi manbalariga bog'liq emasligi;
- b) vagonlar manevrliligining yuqoriligi, ya'ni tizimni har bir yo'nalishda va turli tortuv lokomotivlarida qo'llash mumkinligi.

Kamchiliklar sifatida quyidagilarni aytib o'tamiz:

- a) elektr jihozlari vaznlarining kattaligi;

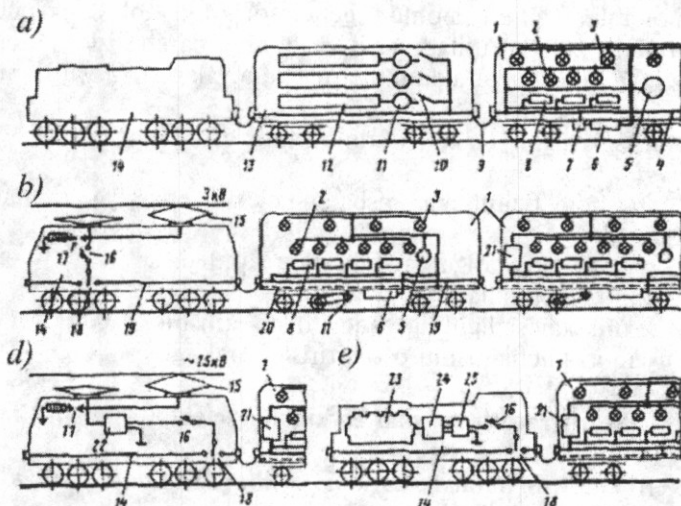
b) lokomotiv tortuv kuchining keragidan ortiqroq qiymat talab etishi (10% gacha). Bunga vagon osti generatorlari yuritmalari sababchi bo'ladi;

v) elektr energiya qiymatining yuqoriligi.

1.2 Markazlashgan elektr ta'minoti tizimi

Avtonom elektr ta'minoti tizimining kamchiliklari zamonaviy markazlashgan elektr ta'minotini yaratishiga olib keldi. Uning quyidagi variantlari ma'lum:

a) kuchlanish 220, 380, 440 yoki 600 V ga ega bo'lgan vagon – elektrostansiyadan yo'lovchilar vagonini elektr energiyasi bilan ta'minlash (1.3 a-rasm);



1.3-rasm. Vagonlarning markazlashgan elektr ta'minoti sxemalari:

1-iste'molchi vagon; 2-yoritish tarmog'i; 3-avariya yoritgichi; 4-vagon osti magistrali; 5-elektr motori; 6-akkumulator batareyasi; 7-zaryadlash qurilmasi; 8-elektr pechi; 9-vagonlararo ulagichi; 10-umumiy taqsimlagich qurilmasi; 11-sinxron generatorlar; 12-dizel; 13-vagon-elektrostansiya; 14-lokomotiv; 15-elektrodning tok qabul qilgichi; 16-avtomatik urgich; 17-razryadlovchi; 18-tok ulab-uzgichi; 19-yuqori kuchlanish magistrali; 20-poyezd kuchlanishi magistrali; 21-tok o'zgartgichi; 22-bosh transformatorlar; 23-teplovoz dizeli; 24-yordamchi o'zgaruvchan tok generatori; 25-tok chastotasining o'zgartgichi.

b) lokomotivdan yuqori kuchlanish iste'molchilarini esa avtonom elektr manбайдan ta'minlash (1.3 b-rasm);

d) lokomotivdan yuqori kuchlanishda va har bir vagonda tok va kuchlanish o'zgartgichi o'rnatilib, elektr ta'minotini bajarish (1.3 v-rasm);

e) lokomotivdan yuqori va past kuchlanishlar berish yo'li bilan elektr ta'minotini amalga oshirish (1.3 g-rasm).

Vagon — elektrostansiyalar vagonlarni 600 kVt gacha bo'lgan 220-380 V kuchlanishli quvvat bilan ta'minlashi mumkin. Ular elektrlashtirilgan yo'l uchastkalardagi eng arzon va tejimli energiya manbai hisoblanadi.

Elektrlashgan temir yo'l bo'laklarida elektr ta'minoti 300 V li kuchlanishga ega o'zgaruvchan yoki o'zgarmas tokli elektrovozdan olish maqsadga muvofiqdir. Yuqori kuchlanish hech qanday o'zgartgichsiz elektr isitgichlarni ta'minlaydi. Past kuchlanishli iste'molchilar uchun alohida generator yoki tok va kuchlanish o'zgartgichi ko'zda tutiladi va u vagonning barcha iste'molchilarini ta'minlash bilan birga akkumulator batareyalarini zaryadlashni ham bajaradi.

Markazlashgan elektr ta'minotining afzalliklari quyidagilardan iborat:

a) boshqa tizimlarga nisbatan elektr energiya tannarxining pastligi;

b) poyezd harakatiga qarshilikning kamligi.

Uning kamchiliklari:

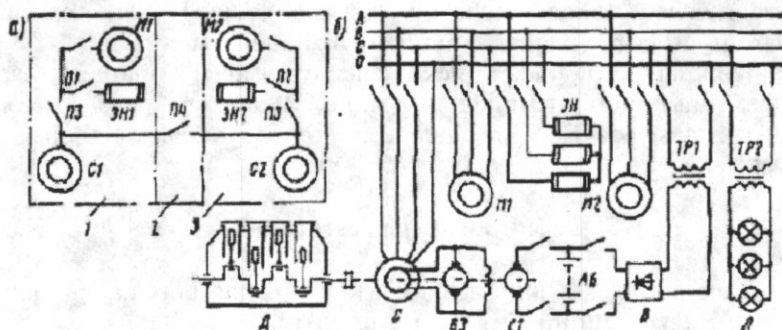
a) texnik xavfsizligining yuqori talab etilishi;

b) yuqori kuchlanishni o'zgartirish kerakligi.

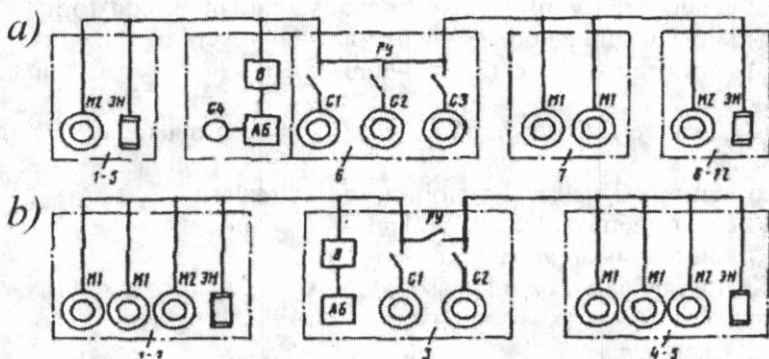
1.3. Refrijeratorli harakat tarkibining elektr ta'minoti tizimi

Refrijeratorli harakat tarkibi elektr ta'minoti individual va markazlashgan tizimlarda bajarilishi mumkin.

Individuval ko'rinishdagi elektr ta'minoti tizimi avtonom refrijerator vagon (ARV) larada qo'llaniladi (1.4-rasm). Avtonom refrijerator vagoni ikkita mashina bo'limlardan iborat bo'lib, ularda quvvatlari 16,5 kVtli ikkita dizel-generator qurilmalari va elektr energiya bilan ta'minlanuvchi sovutish qurilmalari M1 va M2 hamda elektr isitgichlar EN1 va EN2 joylashgan. G1 va G2 generatorlari sovutish qurilmalarini 220-380 Vli kuchlanish va 50 Gsli chastota bilan ta'minlaydi. Yoritish tizimlarini va akkumulator batareyalarini zaryadlash uchun TR1 va TR2 transformatorlari qo'llangan.



1.4-rasm. ARV elektr ta'minoti sxemasi: 1-3-mashina bo'limlari:
2-yuk bo'limi.



1.5-rasm Refrijerator vagonlarini markazlashgan elektr ta'minoti sxemalari:
a) 12-vagonli seksiya; b) 5-vagonli seksiya.

Markazlashgan elektr ta'minoti tizimlari refrijerator seksiyalari va poyezdlarida qo'llanadi (1.5-rasm). Vagon — elektrstansiyalarda G1 va G2 dizel-generatorlari joylashgan bo'lib, ular umumiy siklga parallel ravishda, yoki ta'minlanuvchi vagon guruhleri 1-2, 4-5 yoki 1-5, b-12 ga alohida-alohida ishlashi mumkin. Elektrlashgan temir yol tarmoqlarining kengayishi munosabati bilan eng ilg'or elektr ta'minoti tizimi sifati markazlashgan tizim qabul qilingan. Bunda elektr energiyasi kontakt tarmog'idan elektrovoz orqali olinishi ko'zda tutiladi.

O'zgarmas tokka nisbatan o'zgaruvchan tok tizimini qo'llashlik anchagina arzoniga tushadi, chunki elektr jihozlarning vazni

o'zgaruvchan tokda anchagina past bo'ladi. Undan tashqari, ularning ishlash puxtaligi va umrboqiyliги ancha yuqori.

Kontakt tarmog'idan elektr energiya oluvchi markazlashgan elektr ta'minoti tizimida avtonom tizimdagi yoki vagon-elektrostansiyadagiga qaraganda elektr energiya bahosi anchagina past.

1.4. Elektr jihozlari tasnifi

Vagonlar elektr jihozlarini ularning xizmat burchlariga qarab quyidagi tasnif guruhlariga ajratish mumkin:

- 1) tok manbalari — o'zgaruvchan va o'zgarmas tok generatorlari, kislotali va ishqorli akkumulatorlar;
- 2) o'zgartgich qurilmalari — statik va mashinali;
- 3) generatorlar yuritmalari — tasmali va kardan — reduktorli;
- 4) kuchlanishni avtomatik ravishda boshqaruvchi tizimli;
- 5) yoritish tarmoqlari — lyuminessent va oddiy lampali yoritgichlar;
- 6) kuch elektr yuklamalari — elektr yuritmalar va elektr isitgichlar;
- 7) kontrol, signalizatsiya va himoya qurilmalari;
- 8) elektr energiyani uzatish tizimi;
- 9) kommutatsion apparatlar.

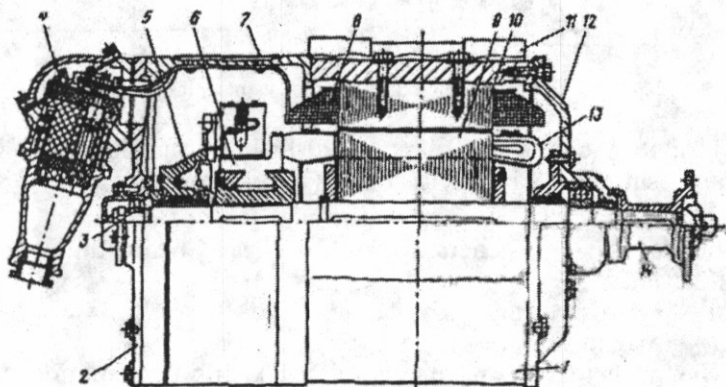
Keyingi boblarda ularning asosiylari ustida to'laroq to'xtalib o'tamiz.

II bob. TOK MANBALARI

2.1. O'zgarmas tok generatorlari

O'zgarmas tok generatori yakor (qo'zg'aluvchi qism) va stator (qo'zgalmas qism) dan tashkil topgan. Yakor valdan iborat bo'lib, uning o'rta qismiga elektrotexnik po'lat plastinkalardan yig'ilgan o'zakda paz-ariqchalar o'yilgan va ularga ishchi cho'lg'amlar joylashadi.

Chulg'am o'lchamlarning bosh va oxirgi uchlari kollektor plastinkalarining xo'rozchaga o'xshash qismlarga payvandlangan. Bu xo'rozchalar kollektorni, ya'ni tok oluvchi qismni hosil qiladilar. Yakor vali podshipniklarda aylanib, yon tomondan podshipnik qalqoni deb ataluvchi moslama bilan berkitilgan. Stator po'lat quyilmadan iborat bo'lib, uning ichki silindrik yuzasiga qutblar boshmog'i o'rnatiladi va boshmoqlarga parallel yoki ketma-ket ulanuvchi uyg'otuvchi cho'lg'am g'altaklari kiyyiziladi.



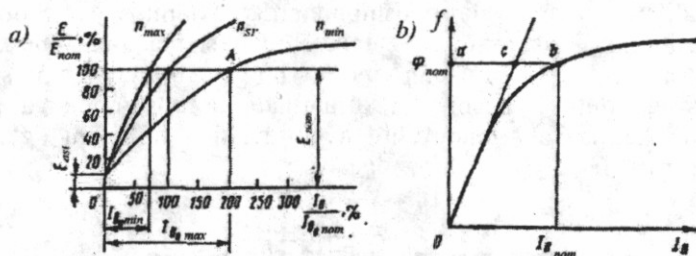
2.1-rasm. 23.07.01 turdagi generator qurilmasi: 1-korpus; 2, 12 — podshipnik qalqonlari; 3-podshipnik; 4-shtepselli uzgich; 5-cho'tkali traversa; 6-kollektor; 7- olinuvchi qopqoq; 8-qo'zg'otish cho'lg'ami; 9- yakor; 10-qutb; 11- o'rnatuvchi boshmoq; 13- yakor cho'lg'ami; 14-yuritma uchun qurilma.

2.1.1. Generatorning ishlash tartibi

O'zgarmas tok generatorlarining elektrik va magnit xususiyatlari ularning salt ishlash, tashqi, rostlanuvchi va tezlik tavsiflari bilan aniqlanadi. Aylanish tezligi o'zgarib turadigan generatorlarda esa bu xususiyatlar bir qancha o'xshash tavsiflar orqali ifodalanadi. Tavsiflar, odatda, elektr yurituvchi kuch (EYUK), kuchlanish U , uyg'otish toki I_v , yuklama toki I_n larning nisbiy qiymatlari orqali ifodalanib qo'riladi. Vagon generatorlari uchun tavsiflar aylanish tezligining minimal, o'rtacha va maksimal qiymatlarida ifodalanadi.

2.1.2. Salt ishlash tavsifi

Salt ishlash tavsifi generator EYUK E bilan kuchlanish U_o larning uyg'otish toki I_v orasidagi munosabatlari orqali belgilanadi. Bunda generatorning aylanish tezligi o'zgarmay qolishi kerak.



2.2-rasm. Generatorning salt ishlash (a) va magnit (b) tavsiflari.

Uyg'otish cho'lg'ami tokning ortishi bilan magnit oqimi F va unga tegishli EYUK ko'payib boradi (2.2 b-rasm):

$$E = C_{en} F \quad (2.1)$$

bunda: C_e — generator konstruksiyasi bilan aniqlanuvchi koeffitsiyent;

n — aylanish tezligi;

F — magnit oqimi.

Uyg'otish toki va magnit oqimining kichik qiymatlarida generatorning magnit zanjiri to'yinmagan bo'lib, $E = \psi(I_e)$ chizg'iy ko'rinishga ega. Magnit tizimi to'yinganda salt ishlash tavsifi nochizg'iy ko'rinishga ega bo'ladi. Salt ishlash tavsifining nochizg'iy ko'rinishi magnit tizimining to'yinish koeffitsiyenti K to'y bilan aniqlanadi va u grafik (2.2 b-rasm)dan av va as kesmalarining

bo'linmasi, ya'ni $\frac{av}{as}$ orqali aniqlanadi. Magnit oqimi nominal qiymat F_n ga ega bo'lganda K to'y = 1,4 + 2 ga teng.

Aylanish tezligining ko'tarilishi bilan uyg'otish toki kamayadi (2.2 a-rasm) va EYUK E ning berilgan qiymatiga nisbatan tezlik bilan erishiladi (grafikdagi A nuqtasi har xil holatlarga ko'chishi mumkin).

Parallel qo'zg'atgichli generatorni o'z-o'zidan qo'zg'alishi faqat ma'lum sharoitlar hosil qilingandagina ro'y beradi.

Kirxgof qonuniga ko'ra quyidagi tenglikni yozish mumkin:

$$e + e_L = i_v r_v = U \quad (2.2)$$

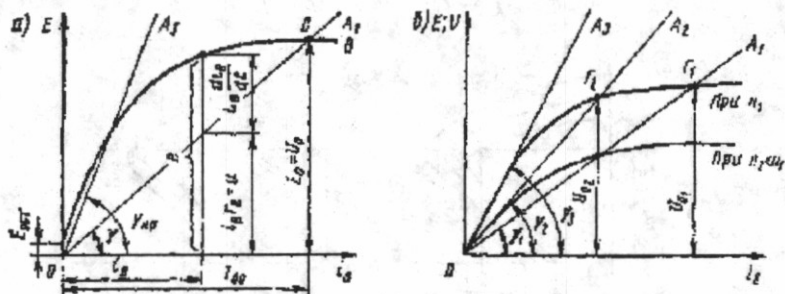
$$\text{yoki} \quad e = i_v r_v + L_v \frac{di_v}{dt}, \quad (2.3)$$

bunda, e va i — EYUK E va uyg'otish toki i_v larning oniy qiymatlari;

$i_L = -L_v \frac{di_v}{dt}$ - uyg'otish va yakor cho'lg'amlarida hosil bo'luvchi o'z induksiyaning oniy qiymati;

r_v - generator uyg'otish cho'lg'ami zanjiridagi qarshiliklar yig'indisi. U asosan, qo'zg'atish cho'lg'ami va kuchlanish regulatori qarshiliklaridan iborat.

2.3 a-rasmda $e = \psi(I_v)$ bog'liqligi keltirilgan. Bunda, 0V grafigi generatorning salt ishlash va volt-amper tavsiflarini belgilaydi (2.3 b-rasm).



2.3-rasm. Generatorning o'z-o'zidan uyg'onish jarayonidagi EYUK va kuchlanish qiymatlarining o'zgarish grafiklari.

Uygʻonish choʻlgʻamida roʻy beruvchi oʻtkinchi jarayonlarning tahlili oʻz-oʻzidan uygʻotish hosil boʻlishi shartlarini aniqlash imkonini beradi. Ular quyidagilardan iborat:

1) generatorning oʻz-oʻzidan uygʻonishi shu vaqtda roʻy beradiki, qachonki $I_v = 0$ boʻlgan holatda yakor choʻlgʻamida qoldiq magnetizm tufayli kichik qiymatdagi EYUK induksiyalansa;

2) $(e - i_v r_v)$ ayirmasining musbat qiymatlari uygʻotish toki 0 dan to I_v gacha oʻzgarganda faqat shu vaqtda boʻladiki, qachonki OA kesmasi salt ishlash tavsifidan pastda joylansa;

3) poyezd harakatlana borib, uning motori aylanish tezligi p_{min} ga etguncha generator salt (yuklamasiz) ishlashi kerak;

4) uygʻotish choʻlgʻami qarshiligi har bir aylanish tezligi uchun kritik qiymatdan kichik boʻlishi lozim. Generatorni tezda uygʻotish uchun uygʻotish choʻlgʻami zanjiriga qoʻshimcha rezistorlar kiritish kerak emas. Baʼzi bir hollarda uygʻotishni tezlatish maqsadida uygʻotish choʻlgʻamini akkumulatoridan taʼminlaydilar;

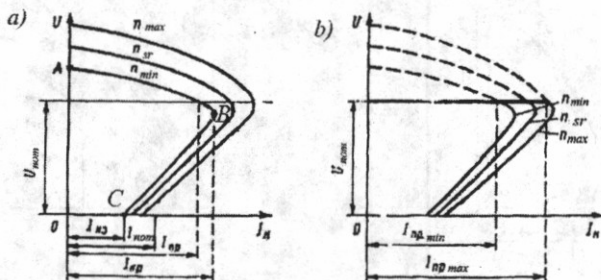
5) generator yakorining aylanishi teskari tomonga oʻzgarganda, uygʻotish choʻlgʻami toki oʻz yoʻnalishini oʻzgartirmasligi kerak. Buning uchun tok qutbini yoʻnalish boʻyicha saqlab qoluvchi qurilmalar (buriluvchi traverslar, qutblarni ulab-uzgichlar, yarim oʻtkazgichli qurilmalar) dan foydalaniladi.

2.1.3. Tashqi tavsiflar

Generatorning aylanish tezligi va uygʻotish choʻlgʻami zanjiridagi qarshilik oʻzgarmay qolgandagi kuchlanish va yuklama toki oralaridagi munosabat *tashqi tavsif* deb ataladi.

Generatorning kuchlanishi:

$$U = E - I_0 r_{yu} = c_e n \Phi - I_{yu} r_{yu} \quad (2.4)$$



Rasm 2.4. Generatorning tashqi tavsifi:

a) kuchlanish rostlanmaganda; b) kuchlanish rostlanganda.

Yuklama toki I_{yu} (2.4-rasm) ortishi bilan kuchlanish pasaya boradi. Bunga quyidagilarni sabab qilib ko'rsatish mumkin:

a) yakor cho'lg'ami ichki qarshiligida kuchlanish $I_{ya}r_{ya}$ ortishi tufayli;

b) yakor reaksiyasining magnitsizlashtirish xususiyati natijasida EYUK E ning kamayishi tufayli;

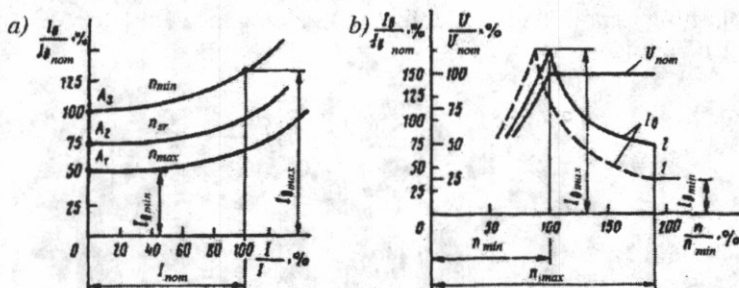
c) uyg'otish tokining kamayishi $\left(I_v = \frac{U}{r_{ya}} \right)$ va oqibatda magnit

oqimining pasayishi tufayli.

Parallel qo'zg'atgichli generator o'zining tashqi tavsifining AB uchastkasida tok I_{nom} chegaraviy qiymatga ega bo'lguncha puxta ishlaydi. Tok chegaraviy qiymat 1r ga etgach kuchlanish regulatori kuchlanishni mo'tadil ushlab turishni to'xtatadi va generator BV uchastkasiga o'tib, turg'un ishlay olmaydi. Demak, kichik aylanish tezliklarida generatorni chegaraviy yuklama bilan yuklash ruxsat etilmaydi.

2.1.4. Rostlash tavsiflari

Rostlash tavsiflari - bu qo'zg'otish toki 1v bilan yuklama toki 1n orasidagi munosabatdir (2.5 a-rasm).



2.5-rasm. Rostlanish (a) va tezlik (b) tavsiflari.

Rostlovchi tavsif — bu kuchlanishni berilgan me'yorda ushlab turish uchun uyg'otish tokini qanday o'zgarish kerakligini bildiradi. Bunda yuklama toki o'zgarib turadi.

Tezlik — rostlanish tavsifi (2.5 a-rasm) uyg'otish toki bilan aylanish tezligi orasidagi munosabat bo'lib, u kuchlanish o'zgarmay qolgan holda amalga oshiriladi. Unga qarab kuchlanish

rostlanishining o'zgarish ko'lamini aniqlaydi. Qo'zg'otish toki rostlanish koeffitsiyentini quyidagicha aniqlash mumkin:

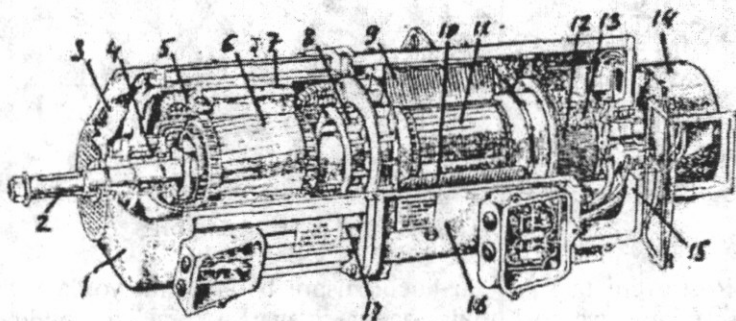
$$K_i = \frac{I_{v\max}}{I_{v\min}} \quad (2.5)$$

Vagon generatorlari uchun $K_i = 12 \div 15$ ga teng.

2.2. Motor-generatorlar

Konditsioneri bo'lgan vagonlarda motor generatorlar qo'llanadi (1-jadval). Ular o'zgarmas tok generatori va uni aylantirishga xizmat qiluvchi o'zgaruvchan tok motoridan tashkil topgan. Motor va generator bitta korpusga joylashgan va bitta umumiy valga ishlab, bitta umumiy elektr mashinani nomoyish etadi. Ularning texnik qiymatlari 1-jadvalda keltirilgan.

Generator (2.6-rasm) po'latdan eritilib qo'yilgan korpus (17), unga presslab joylashtirilgan motor cho'lg'ami (5)li stator (7), pastki qismiga joylashgan polyuslar, asosiy va qo'shimcha qutblar va ular cho'lg'amlari (9) va (10) dan tashkil topgan. DUGG-28V agregati aralash qo'zg'otgich cho'lg'amlariga ega bo'lsa, K694L agregati esa parallel ulanuvchi qo'zg'otish cho'lg'amiga ega. Mashina vali (2) ga asinxron motorining qisqa tutashgan rotori, generator yakori (11), kollektor (12) va mashina qizigan qismlarning shamollatish uchun mo'ljallangan ventilator (3) va (8)lar o'rnatilgan.



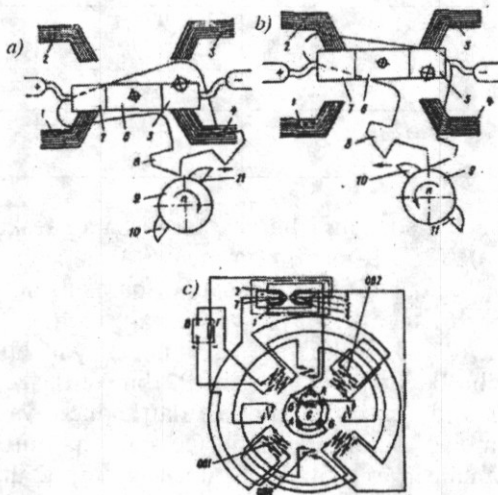
2.6-rasm. DUGG-28 V turidagi generatorning tuzilishi.

Yon tomonidan agregat podshipnik qalqonlari (1) va (15) lar bilan podshipnik (4) berkitilgan. Cho'tka qurilmasiga to'rtta

cho'tka boshmoqlar o'rnatilgan bo'lib, unga cho'tka ushlagich (13) biriktirilgan. Val 2 ning chekka qismiga yuritmaning kardan vali ulanadi. DUGG-28V agregatining kollektori tomoniga maxsus kojux (14) bilan beriktiluvchi ulab - uzgich o'rnatilgan. Ulab-uzgich yuklamaga uzatiluvchi kuchlanish qutbini generator yo'nalishi o'zgarganda saqlab qolish uchun qo'llaniladi.

Qutb ulab - uzgichi DUGG - 28 V agregatida qo'llangan ulab-uzgich agregat ichiga joylashtirilgan. Uning ikkita juft kontaktlari (1,2,3) va (4) (2.7-rasm) izolatsiyasi planka (6) ga o'rnatilgan qo'zg'aluvchi kontaktlar (5) va (7) orqali ulanishi mumkin. Qo'zg'aluvchi kontaktlar aylanuvchi traversa (8) yordamida siljishi mumkin. Traversaga elektr mashina o'zgartgichi o'rnatilgan, mushtchalar (10) va (11), shaybalar (9) ta'sir etadi. Traversa (8) o'qiga nisbatan ekssentrik qilib o'rnatilgan, planka b aylanganda (5) va (7) kontaktlar yuqoriga va pastga qarab harakat qiladi.

Generator vali soat mili yo'nalishi bo'ylab harakatlanganda (2.7 v-rasm) mushtugi (11) traversa (8)ning o'smasiga tiraladi va uni soat miliga teskari ravishda aylantiradi. Planka (6) pastga qarab siljiydi va natijada kontakt (5) kontakt (4) bilan ulanadi, kontakt (7) esa kontakt (1) bilan birlashadi. Bu holatda chetkalar A (2.7 v-rasm) (ular bu holatda musbatga egalar) musbat boshmoq bilan birlashadilar va cho'tka B — manfiy boshmoq, G bilan tutashadilar.



2.7-rasm. DUGG — 28V turidagi generatorning qutb ulab uzgichi.

Texnik ko'rsatkichlar	Agregat	
	DUGG 28V	K694L
Generator		
Nominal quvvat, kVt: poyezd harakatlanganda	28	21,5
To'xtab turganda	21	17,5
Ishchi kuchlanish ko'lami, V	110-138	110-135
Nominal tok, A Poyezd harakatlanganda/to'xtab turganda	203/152	155/130
Aylanish tezligi ko'lami, ayl/dak i/son	600-3000	520-3000
Elektr motori		
Nominal quvvati, kVt	28	22
Nominal kuchlanish, V	220/380	380
Nominal tok, A	97/56	51
Tok chastotasi, Gs	50	50
Aylanish tezligi, ayl/dak	1440	1450

Generator vali soat mili harakatiga nisbatan teskari aylanganda mushtugi (10) (2.7 b-rasm) traversa (8)ning chap tomonidagi o'smasiga borib taqaladi va uni soat mili qarakati bo'yicha buraydi. Bunda planka (6) tepaga siljiydi va kontakt (5)ni (3) nchi kontakt bilan, kontakt (7) ni esa kontakt (2) bilan ulaydi. Ulab uzgichning bu holatda cho'tkalar A (2.7 v-rasm) (bu yerda, cho'tka manfiy qutbga ega) manfiy qutb boshmoq G dan ulanadi va cho'tka B esa musbat boshmoq V bilan birlashadi. Qo'shimcha qutb g'altagi ODP ning toki yo'nalishi o'zgaradi. Shunga ko'ra, g'altaklar ulab — uzgichdan oldinroq ulanadi, ketma-ket ulanuvchi qo'zg'otish cho'lg'ami OV2 toki yo'nalishi o'zgarmay qoladi, chunki uning

magnit yurituvchi kuchi parallel qo'zg'atgich cho'lg'ami OV1 magnit yurituvchi kuchi yo'nalishi bilan hamma vaqt bir xilda bo'ladi. Aks holda magnit oqimi kamayib, generator kuchlanishi, yuklanishi ortishi bilan kamayadi. Bu hol yuz bermasligi uchun ketma-ket ulanuvchi cho'lg'am ulab — uzgichdan keyin chiqqish boshmoqlar V va G ga ulanadi.

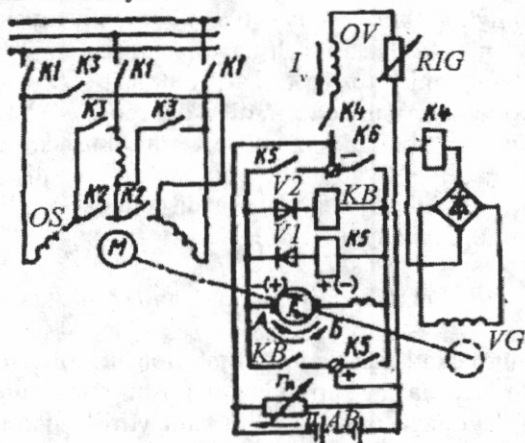
Kuchlanish U ning qutblari o'zgarmasligini ta'minlash maqsadida o'zgartgich K694L da qutblarni ulab — uzgich qo'llangan. U ikkita ikki qutbli kontaktorlar K5 va K6 (2.8-rasm) dan iborat. Bu ulab — uzgich quyidagicha ishlaydi. Generator yakori soat mili yo'nalishi bo'yicha harakatlanganda tok ventil V1, kontaktor K5 g'altagi orqali oqaboshlaydi. Bunda kontaktor A5 ulanadi va vagon elektr zanjirini musbat qutbini cho'tka B musbat qismga, manfiy qutbni — cho'tka A manfiy qismga ulaydi. Kontaktor K6 g'altagidan tok o'tmaydi, chunki zanjirga V2 ventili ulangan. Yakor aylanish tezligi teskari tomonga o'zgarganda EYUK E harakati yo'nalishi ham o'zgaradi. Tok ventil V 2 va kontaktor K6 g'altagidan o'tib, zanjir musbat qutbini cho'tka musbat boshmog'i A ga, manfiy qutbini cho'tkaning manfiy qutbi B ga ulaydi. Bunda kontaktor K5 ulanmaydi, chunki ventil V1 uning g'altagidan tok o'tkazmaydi.

Vagon to'xtov holatlarida vagon agregatlarni ishga tushirish

Poyezdning bekatlarda uzoq to'xtab qolgan holatlarida yuritma motori tashqi uch fazali tarmoqqa ulanishi mumkin. Motorning ishga tushish davridagi toki qiymatini kamaytirish maqsadida motor yuklamasiz ishga tushirilishi ko'zda tutilgan, ya'ni generator qo'zg'otish cho'lg'amiga tok berilmagan holda. DUGG 28V agregatini elektr ta'minotida bunga parallel ulanuvchi qo'zgotgich cho'lg'ami zanjirga qo'shimcha rezistor ulab, regulator RNG ni qo'zg'otish chulgamidan juda kichik minimal tok o'tkazishni ta'minlash orqali erishiladi. K694L agregati elektr ta'minlovchi tizimda uyg'otish chulgamida blokirovka ko'zda tutilgan bo'lib, uning vazifasi generatorning kichik aylanish tezligida uyg'otish cho'lg'amini yakorga ulashlik orqali amalga oshiriladi. Buning uchun K694L agregatining yon tomoniga induktor turidagi kichik quvvatli yordamchi o'zgaruvchan tok generatori o'rnatilgan va unga K4 kontaktorining g'altagi ulangan. Generator VG ning aylanish tezligi ko'tarilganda yordamchi generator EYUK i kuchayadi. Shuningdek, KCh g'altagidan o'tuvchi tok ham ortadi. Aylanma

tezlik ma'lum bir qiymatga yetganda tok ancha kattalashib, kontaktor ulanishiga yetarli bo'ladi. va uyg'otish cho'lg'aminı yakorga parallel ravishda ulaydi. Shundan so'ng generator o'z-o'zidan uyg'onadi va unig kuchlanishi ko'tariladi. Keyinroq regulator RNG yordamida mu'tadil qiymatni ushlab turadi.

Yuritma asinxron motori stator chulg'ami «yulduz» sxemadan «uchburchak» sxemalariga ulanib, ishga tushiriladi. DUGG-28V agregati tizimida uzib-ulash uch qutbli perekluchatel yordamida, K694L agregatida esa avtomatik ravishda vaqt releı yordamida amalga oshiriladi. Ishga tushirishning dastlabki onida uch qutbli kontaktor K1 ulanadi va stator cho'lg'ami OS ni tarmoqqa ulaydi, so'ngra ikki qutbli kontakt K2 ulanadi va stator cho'lg'ami «yulduz» shaklida ishlaydi.



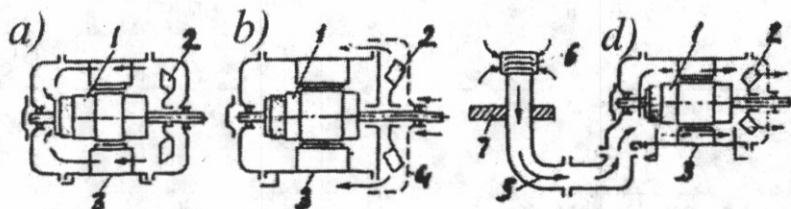
2.8-rasm. K694L generatori qutblarini o'zgartirish.

Ma'lumki «yulduz» shaklida ulanganda, stator fazasiga uzatiladigan kuchlanish qiymati «uchburchak» shaklidagi faza kuchlanishiga qaraganda $\sqrt{3}$ marta kam bo'ladi. Bu esa ishga tushirish tokini 3 marotaba kamaytirish imkonini beradi. Ishga tushirish onidan 10 sekund o'tgach, ya'ni generator aylanishi tezligi nominal qiymatga yaqinlashgach, ishga tushirish toki keskin kamayadi, kontaktor K2 uziladi va uch qutbli kontaktor KZ ulanadi, natijada stator cho'lg'ami normal holda, ya'ni «uchburchak» shaklida ishlashga o'tadi.

Generatorni vagonga o'rnatish va uni sovitish usullari

Vagonda generatorni qayerga o'rnatish joyi uning quvvatiga, o'lchamlariga hamda yuritmaning konstruksiyasiga bog'liq. Konditsioneri siz quvvati 8-10 kVt bo'lgan vagon generatorlari nisbatan kichik o'lchamlar va vaznlarga ega bo'lib, vagon kuzoviga yoki aravachaga (uning bo'ylama yoki ko'ndalang balkalariga) o'rnatiladi. Konditsioneri bo'lgan 20-30 kVt li vagon generatorlari katta o'lchamlari va vaznlarga ega bo'lganligi uchun ularni aravachaga o'tkazib bo'lmaydi. Shunga ko'ra, ularni vagon o'rta qismining kuzovi ostiga bosib qo'yiladi va qovurg'ali balkaga mustahkamlanadi.

Vagon generatorlari yuklamalari keskin o'zgarib turadi. Shunga ko'ra, ularni shamollatib turish katta ahamiyatga ega. Shu bois generatorlar vagon ostiga o'rnatilishi tufayli ularni yopiq ko'rinishida ishlab chiqaradilar va sovitish marosimi qarshi havo bilan amalga oshiriladi. Quvvati 4,5-8 kVt li generatorlarda korpus (3) ni havo oqimi bilan sovitish bilan birga qo'shimcha ravishda ventilator (2) (2.9 a-rasm)dan ham foydalaniladi. Bu ventilator yakor (1) valiga o'rnatilgan. Ventilator mashinaning ichki qismidagi havoni haydaydi va qizigan qismdagi issiqlikni korpusga o'tkazadi. Ba'zi bir mashinalarda ventilator vazifasini yakor o'zagining yon qismiga o'rnatiluvchi parraklar bajaradi. Sovitilish jarayonini yaxshilash maqsadida korpus tashqi qovurg'a sovitgichlar bilan ta'minlanadi. Quvvati 20-30 kVt konditsionerga ega vagonda o'rnatiluvchi generator qo'shimcha sovitish tizimlariga ega, masalan, K694L turidagi generatorda tashqi ventilator (2) (2.9 b-rasm) havo tashqi qismni shuvalab o'tuvchi qurilma (4) ga ega. Natijada, korpus (3) yuzasi kuchliroq ravishda sovitiladi.



2.9-rasm. Yo'lovchilar tashuvchi vagonlar generatorlarini sovitish tizimlari.

Poyezd harakatlanganida sovituvchi havo tarkibida har xil chang, qor va boshqalar bo'ladi. Shuning uchun bu kerak bo'lmagan narsalarni mashina ichiga kirishining oldini olishga harakat qilinadi (zichlash, filtrlar qo'llash va b.) Biroq bu narsalardan to'la qutilib bo'lmaydi. DUGG-28V agregatida mashinani vagon (7) ning havo o'tkazgichi (5) dan havo oqimi bilan sovitish qo'llangan (2.9 b-rasm). Bu havoda chang, ifloslik juda kam miqdorda bo'lib, uning harorati doim bir xilda, chunki vagon konditsionerga ega. Generatorni sovituvchi havo dastavval filtrdan o'tkaziladi (jalyuzi 6 da). Qish kunlarida vagon havosidan generatorni sovitish man etiladi.

O'zgarmas tok generatorining kamchiliklari

Bunday generatorlar o'zgarmas tok mashinalaridagi kabi kamchiliklarga ega: ishlash puxtaligining pastligi, kollektor va cho'tka tizimlariga kuchli e'tiborni zarurligi (cho'tkalarni vaqti-vaqti bilan almashtirib turish, kollektorni tozalash va h.k.). Bu vagonlardan foydalanish jarayonini biroz murakkablashtiradi. Muntazam ravishda kollektorni va cho'tkalarni kuzatib turish ancha qiyin. Generator kuchlanish qutbini o'zgartiruvchi ulab-uzgich ham generator konstruksiyasini murakkablashtiradi.

2.3. Yo'lovchi vagonlarning o'zgaruvchan tok generatorlari

Yo'lovchi vagonlari elektr ta'minlash tizimida induktorli o'zgaruvchan tok generatorining qo'llaniladi. Uning asosiy texnik ko'rsatkichlari 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

Ko'rsatkichlar	Generatorlar			
	2GV-003	2GV-001	DCG-4435	2PV 001
Uzoq musatli nominal quvvat, kVA	9,45/0,75	5,8/2,2*	35	30
To'g'rilagichidan chiqish qismidagi davomiy nominal quvvat, kVA	8	5,5	30	26

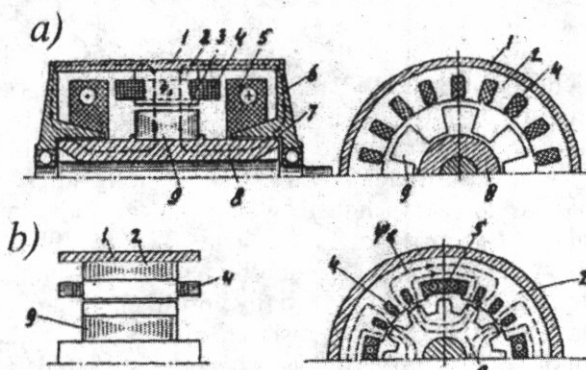
Nominal kuchlanish, V	45/24*	48/15*	150	150
Nominal tok, A	121/31,5 "	70/85 *	155	135
Aylanish tezligi ko'lam <i>ayl/dak</i>	1000- 4000	1000-4000	1000-3400	550-3000
Tok o'zgarish ko'lam, Gs	100-400	100-400	200-680	100-400
Vazni, kg	260	200	720	-

* Surat - yakorning asosiy cho'lg'ami uchun, maxrajda volt qo'shuvchi cho'lg'ami uchun.

Tuzilishi va ishlash tamoili. Oddiy sinxron generatordan farqli ularoq induktorli generator cho'lg'am va cho'tka tizimiga ega emas. Uyg'otish chulgami joylashishi bo'yicha induktorli generatorlar o'qli ko'ndalang va radial bo'ylama qo'zg'otgicharga ega. 2GV — 003 va 2PV — 001 generatorlari ko'ndalang qo'zg'otgichga egalar. Mashinaning yakor cho'lg'ami (4) a (2.10 a-rasm) rotor aylanganda o'zgaruvchan qiymatga ega EYUK hosil bo'ladi. Shuning uchun bu cho'lg'amni qo'zg'almas qilib stator (2) ariqchasiga joylashtiriladi. Uyg'otish cho'lg'ami (5) ham qo'zg'almas bo'lib, ikkita halqali g'altak ko'rinishida bajarilgan va stator paketi tashqarisidan joy olgan. Rotor (9) galma-galli tishchalar va ariqchalarga ega bo'lib, mashina qutblarini hosil qiladi. Magnit oqimi Fv har biri uyg'otish cho'lg'ami g'altaklari tomonidan hosil qilinib, rasmda shtrix chiziqlar orqali ko'rsatilgandek, rotor (8) vtulkasidan, rotor tishchalaridan, havo bo'shlig'idan stator tishchalari (2) ga yetib keladi va o'q yo'nalishi bo'yicha harakatlanadi, so'ngra podshipnik qalqoni (6) va havo bo'shlig'i (7) dan yana vtulka (8) ga qaytib keladi. Har bir g'altagi cho'lg'am tomonidan hosil bo'ladigan magnit oqimlari Fv shunday yo'naladiki, stator va rotor tishchalaridan ular bir tomonga, mashina statori va rotor vtulkasida bir-biriga qarama-qarshi yo'nalgan bo'ladi. Rotor aylanganda har bir stator tishchasi (2) dan o'tadigan magnit oqimi o'zgaradi, chunki bu oqimga qarshilik qiluvchi magnit qarshiligi stator tishi ostidan rotor tishchasi yoki ariqchasi to'g'ri kelishiga qarab o'zgaradi. Natijada, yakor cho'lg'amni g'altaklarida EYUK hosil bo'ladi.

Generator DCG-4435 radial cho'lg'amiga ega mashinadir. Bunday mashinada (2.10 b-rasm) uyg'otish cho'lg'ami (5) magnit

oqimi F_d ni hosil qiladi va u stator (2), rotor (9) bo'yicha bo'ylama (shtrix chiziqlar) harakatlanadi. Yakor cho'lg'ami (4) stator paketining kichik ariqchalarga, uyg'otish cho'lg'ami esa katta ariqchalarga joylashtiriladi. Rotor aylanganda uning tishchalari stator tishchalariga nisbatdan siljiydi va uni qamrab turuvchi yakor cho'lg'ami g'altaklarida EYUK hosil bo'ladi. Oddiy sinxron generatorga qaraganda induktorli generatorda yakor cho'lg'ami g'altagini kesib o'tuvchi magnit oqimi tishcha bo'limi τ ni T_2 davrida o'tadi. Bu oqim $F_{\max}$ dan to $F_{\min}$ qiymatigacha (2.11 a-rasm) o'zgaradi xolos. Rotor aylanib, uning tishchasi (8) stator tishchasi to'g'risida joylanganda g'altak (2) dan o'tuvchi oqim $F_{\max}$ (2.11a-rasm) stator tishchasi qarshisiga rotor ariqchasi to'g'ri kelganda esa $F_{\min}$ oqimi hosil bo'ladi (2.11 b-rasm). Bu hol magnit oqimining $F_t=0,5 (F_{\max}-F_{\min})$ amplituda bilan o'zgarishiga teng bo'ladi deyishga asos bo'ladi.



2.10-rasm. Ko'ndalang (a) va radial (b) yo'naluvchi qo'zg'otgichlarga ega induktorli o'zgaruvchan tokning sxematik qurilmasi.

Yakor chulg'amida hosil bo'luvchi EYUK ning chastotasi o'zgarishi:

$$f = \frac{2pn}{60} = \frac{Zpn}{60} \text{ bo'ladi,} \quad (2.6)$$

bunda, p — juft qutblar soni. U rotor tishchalari soni Z_p ga teng (har juft tishcha ariqcha (paz) ikkita qutbga ekvivalent).

Vagon o'zgaruvchan tokli generatorlarida (6) tadan (12) tagacha Yakor cho'lg'amida hosil bo'luvchi EYUK ning chastotasi

o'zgarishi.tishcha (12-24 qutb) bor. Shunga ko'ra o'zgaruvchan tok chastotasi rotor aylanishiga qarab 100-600 Gs bo'ladi. Statorning har bir tishchalariga joylashgan bir-biri bilan har xil sxemalar bo'yicha ulanishi va natijada, har xil fazalar sonini hosil qilishi mumkin. Masalan, tishlar soni 1-3 ga teng bo'lsa va stator tishchalari bo'linmasi ts (rotorning bitta tishga bo'linmasi tp ra to'g'ri keluvchisi)ni uchga to'g'rilasak (2.12 a-rasm), unda qo'shni g'altaklarda hosil bo'luvchi va bir-birlaridan bitta stator tishchasi bo'linmasiga orqada qoluvchi EYUK lar faza bo'yicha $1/3$ davr T ga, (4,5,6) g'altaklarida esa uch fazali kuchlanish tizimi hosil bo'ladi. Rotor tishchasi stator tishchasiga nisbatan chapdan o'ngga qarab surilsa (2.12 b-rasm) magnit oqimlari F1, F2, va FZ lar 2.12-rasmda ko'rsatilgandek o'zgaradi. Hosil bo'layotgan EYUK

$$\ell = -W_k \frac{dF}{dt}.$$

Magnit oqimi o'zgarishiga to'g'ri mutanosisligi sababli (4,5 va 6) g'altaklardan to'g'ri burchakli shaklga ega EYUK lar induksiyanadi. Aslida, F1, F2 va F3 magnit oqimlari murakkabroq shaklga egalar, chunki tishchalar po'latlarining to'yinishi oqibatida oqimlar rotor va stator tishchalari devorlarining yon tomonidan o'ta boshlaydilar. Shuning uchun ular induksiyalaydigan EYUK lar to'g'ri, burchakli shakldan farqlanadilar. Ma'lumki, nosinusoidal shaklli EYUK larni garmonik tashkil etuvchi qatorlarga ajratish mumkin. Birinchi (asosiy) garmonika e_1, e_2, e_3 lar 2.12 v-rasmda shtrixli liniyalar bilan ko'rsatilgan. Ular bir-biriga nisbatan $1/3$ davrlarga siljiganlar. Yuqori garmonikalar vagon elektr iste'molchilari ishiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydilar, chunki ular to'g'rilagich orqali ta'minlanadilar.

Induktorli generatorda bunday bir-biridan rotorning bitta tishcha bo'linmasiga teng bo'lgan masofaga farq qiluvchi g'altakli guruhlar uchtdan ko'p. Bu g'altaklardagi EYUK lar har xil guruhlariga taalluqli g'altaklarida hosil bo'ladigan EYUK lar fazalari bir xilda bo'lishi tufayli, ularni bir-birlari bilan ketma-ket yoki parallel ulash mumkin, ya'ni ulardan yakorning uch fazali cho'lg'amini hosil qilish mumkin bo'ladi. Shu bilan birga, har bir tishchalarni kesib o'tuvchi, ya'ni stator cho'lg'ami g'altaklarini kesib o'tuvchi magnit oqimi tufayli statorning magnit oqimi yig'indisi $F+F_2+F_Z$ o'zgarmay qoladi, chunki stator tishchalaridagi o'tuvchi oqim oqimning kamayishiga olib keladi. Natijada, stator, podshipnik qalqoni va rotor vtulkasidan o'tuvchi magnit oqimi

o'zgaruvchan qoladi va uyg'otish cho'lg'amida o'zgaruvchan EYUK induksiyalanadi.

Salt ishlash davridagi yakor cho'lg'ami har bir fazasida induksiyalangan EYUK ning birinchi garmonikasining harakat qiymati.

$$E_0 = C_{ef} \cdot F \mu ,$$

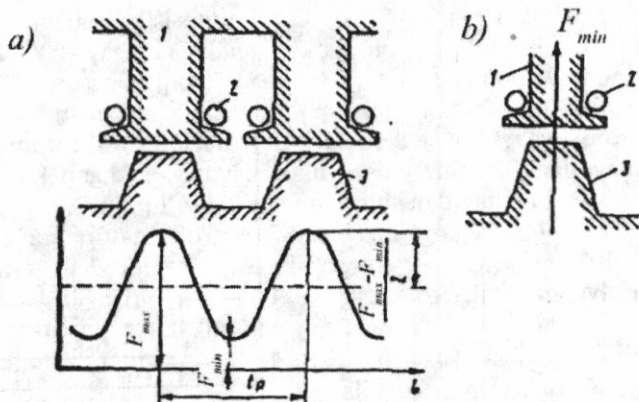
bunda, $Se = 2.22 \cdot N \phi \cdot \omega \frac{Kob}{a}$ - o'zgarmas koeffitsiyent bo'lib,

mashinalarning konstruktiv parametrlariga bog'liq (mashina rejimiga bog'liq emas);

ω — har bir g'altakning o'ramlar soni;

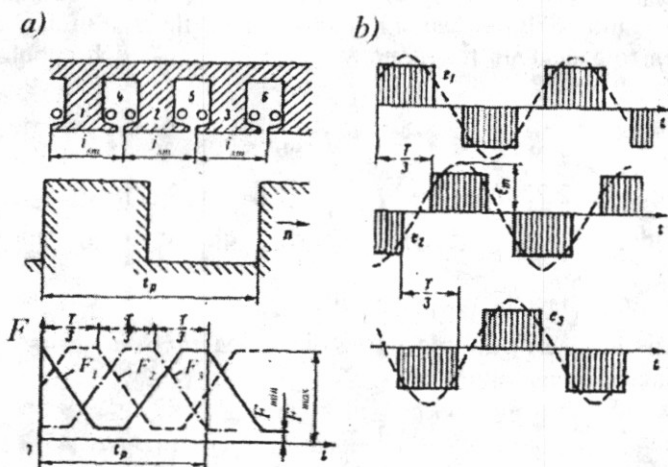
Kob — cho'lg'am koeffitsiyenti. U faza g'altaklarining oralaridagi fazoviy siljinishni va yakor cho'lg'ami guruhlaridagi g'altaklar joylashuvidagi texnologik noaniqlarni belgilaydi;

a - fazadagi parallel shoxobchalar soni; $F_{\mu} = 0.5 (F_{max} - F_{min})$.

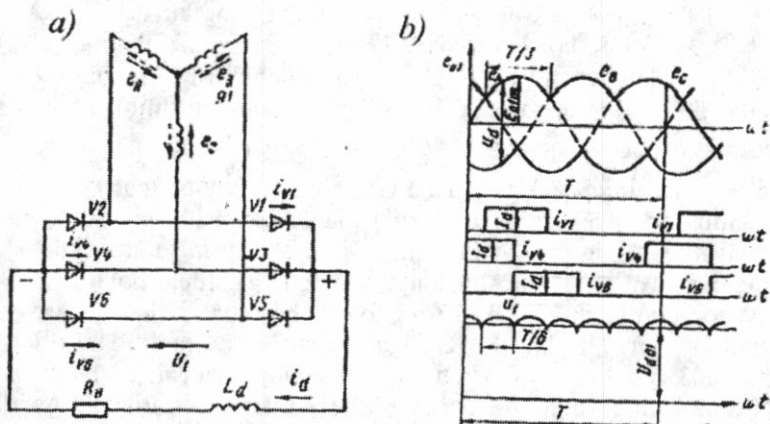


2.11-rasm. Havo bo'shlig'idagi magnit maydoni (a) va rotorning har xil holatidagi stator tishchalari magnit oqimining ko'rinishlari (b).

O'zgaruvchan tok generatori tizimida yuklama yakor cho'lg'amiga to'g'rilagich orqali ulanadi. To'g'rilagichning kirish qismiga fazoviy EYUKlar E_a , E_v va E_e lar (2.13-rasm) beriladi. Har bir dioddan o'zgaruvchan tok T davrining uchdan bir qismida o'tadi. Katod guruhi (VI, V3, V5) da shu onda faqat bitta-katta potensialga ega diod tok o'tkazadi.



2.12-rasm. Uch fazali generator magnit oqimi va yakor cho'lg'ami fazalari EYUK larning o'zgarish grafiklari



2.13-rasm. Uch fazali ko'priksimon to'g'rilagich (a) va EYUK toklar va to'g'rilangan kuchlanish grafiklari.

Anod guruhi (V_2, V_4, V_6) da esa faqat potentsiali past bo'lgan diod tok o'tkazish qobiliyatiga ega bo'ladi. $1/3$ davrda bitta guruh diodi (masalan, V_1) navbatma-navbat, $1/6$ davrida ikkinchi guruhning ikkitadan diodi (V_4, V_6) orqali tok oqadi. Shuning uchun to'g'rilangan kuchlanish U_d bitta davrda impulsga ega.

2.13-rasm bo'lganda ideal holat, ya'ni $L_d = \infty$ (tok to'la silliqlangan holat) uchun toklar o'zgarishi shakllari keltirilgan. Bunda har bir dioddan to'g'rilangan tok $I_n = I_d$ va o'zgarish tok, deb qabul qilish mumkin.

$$U_{do} = \frac{\sqrt{2}El \sin \frac{\pi}{m}}{\pi \cdot m}$$

bunda, El – to'g'rilagich kirish qismidagi generatorning chizg'iy EYUK;

m – to'g'rilagich yelkalari soni.

Uch fazali ko'priksimon to'g'rilagichda $m=6$ va $El = \sqrt{3}E_{01}$.
Shu bois

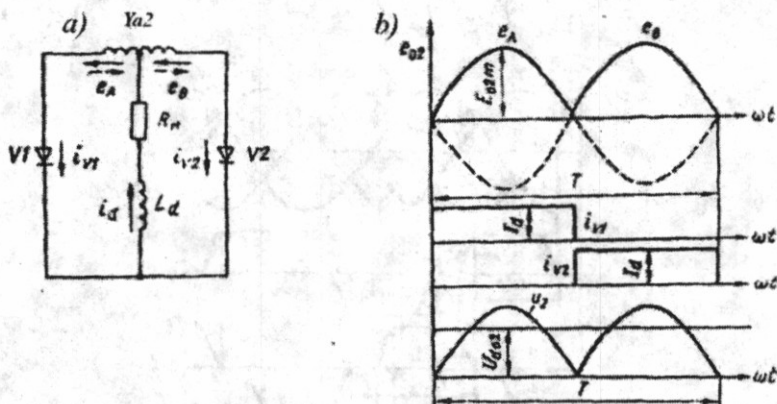
$$U_{d01} = 2,34 * E_{01} .$$

Bundagi E_{01} – salt ishlash davridagi yakor cho'lg'amida induksiyanuvchi EYUK qiymati 2GV-003 dagi to'g'rilagich V2 ning bir fazali sxemasi bo'yicha bajarilgan. Uning kirish qismiga ea va I_v faza EYUK lari beriladi (2.14-rasm). Har bir ventildan tok yarim davrdan o'tadi va to'g'rilangan kuchlanish U_d bitta davr ichida ikkita impulska ega bo'ladi. Bu kuchlanishning salt ish davrida o'rtacha qiymati $U_{d02} = 0,9E_{02}$ ga teng (E_{02} yakor cho'lg'amida induksiyalangan EYUK ning fazaviy qiymati).

Induktorli generatorning to'g'rilagichga ishlashi ba'zi bir xususiyatlarga ega. Generatorning chiqish qismiga to'g'rilagich ulanganda, yakor toki nosinusoidal shaklga ega. Ideal holat ($L_d = \infty$) da yakor cho'lg'ami fazalari toki to'g'ri bo'rchakli shaklga ega va toklarning bir fazadan ikkichisiga o'tishi oniy ravishda bo'ladi. 2VG- 003 generatori yakor cho'lg'amlarining faza toklari Ia, Ib, Ic 2.15,a–2.15,b rasmlar da uziq chiziqlar bilan ko'rsatilgan. Aslida esa toklarning bir fazadan ikkichiga o'tishi oniy bo'lmaydi. Shu bois γ burchagiga taalluqli vaqt ichida tok birdaniga ikkita fazaning ikkita ventilidan o'tadi; bitta fazada tok noldan to'g'rilangan qiymati I_d gacha oshsa, boshqa fazada kamayadi (rasmda uzluksiz liniyalar). Tokning to'g'rilagichda bir fazadan ikkinchi faza ventiliga o'tish jarayoni kommutatsiya burchagi kommutatsiya davri deb yuritiladi.

Keltirilgan grafiklardan ko'rinadiki, ventillar kommutatsiyasi davrida, masalan, A va V fazalarida to'g'rilangan kuchlanishning oniy qiymati $u_d = 0,5(I_a - I_B)$, ya'ni kommutatsiya bo'lmagan davrdagidan kichik. Demak, kommutatsiya jarayoni salt ishlash davridagi qiymat U_d ga qaraganda U_d ning yuklama davridagi o'rtacha qiymatining kamayishiga olib kelar ekan. Shuningdek, to'g'rilangan kuchlanish pulsatsiyasi ham ko'payar ekan. 2.15, b-rasmda to'g'rilagich chiqishi qismidagi kuchlanishlar U_1 va U_2 uzluksiz liniyalar bilan keltirilgan. Shtrixlangan uchastkalar kuchlanish pasayishi ΔU_r ga taalluqli. U kommutatsiya tufayli ro'y beradi. Yuklama toki I_d va yakor cho'lg'ami induktivligi qancha katta bo'lsa, shuncha ΔU_r qiymati katta va U_d qiymati kichik bo'ladi.

Yuklama bilan ishlayotgan to'g'rilagichlar V1 va V2 larning kommutatsiyasini hisobga olingan kuchlanishlar quyidagicha ifolanadi:



2.14-rasm. Bir fazali nol sxemali to'g'rilagich (a) va uning EYUK toklari va to'g'rilangan kuchlanishi grafiklari (b).

$$\begin{aligned} U_{d1} &= 2,34 U_v x_1 - 3J d_1 X_{k2} \pi; \\ U_{d2} &= 0,9 U_v x_2 - 2J d_2 X_{k2} \pi. \end{aligned} \quad (2.7a)$$

Bunda, $U_v x_1$ va $U_v x_2$ - to'g'rilagich V1 va V2 larning kirish qismidagi generator yakori Ya1 va Ya2 ning fazaviy kuchlanishlari:

X_{k1} va X_{k2} - fazalarining kommutatsiya rejimidagi induktiv qarshiliklari.

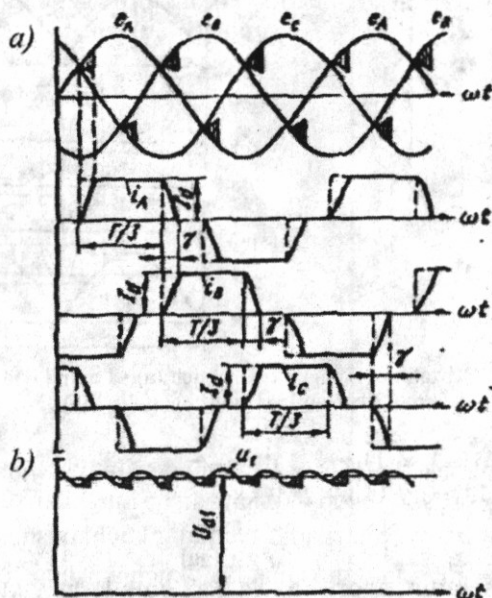
Formula (2.7,a) ni chap tomonidagi ikkinchi qismi kuchlanish pasayishi ΔU_{γ} ni bildiradi.

Kuchlanishlar $U_{v\gamma_1}$ va $U_{v\gamma_2}$ ni aniqlash uchun yuklama bilan ishlayotgan generatorning ishini ko'rib o'tamiz. Bu holda yakor cho'lg'amidan I_{ya} toki oqadi. U kuchlanish U_{bx} ga nisbatan ma'lum burchak α ga siljigan bo'ladi. Tok 1ya magnit oqimi F_{ya} ni hosil qiladi va γ , o'z navbatida, yakor cho'lg'amidagi EYUK E_{ya} ni paydo bo'lishiga olib keladi. Natijada, yakor zanjirida kuchlanish pasayishi $I_{ya} X_{ya}$ ni keltirib chiqaradi.

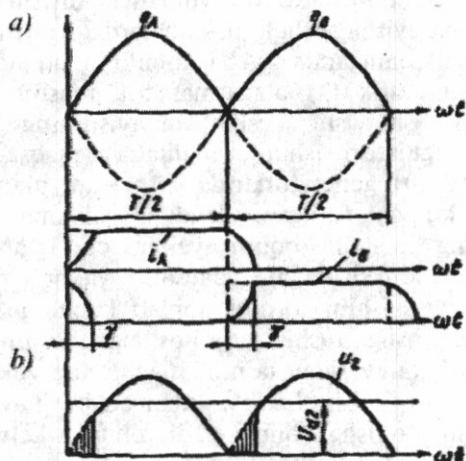
Yakor magnit maydoni F_{ya} ni mashinaning yakuniy magnit oqimi, ya'ni generator kuchlanishiga ta'siri yakor reaksiyasi deb ataladi. Yuklama aktiv- induktiv ko'rinishida bo'lganda oqim F_2 mashinani magnitsizlantirishga harakat qiladi va bu yuklama toki ortishi bilan U_{bx} kuchlanishining kamayishiga olib keladi.

Undan tashqari, yakor zanjirida aktiv kuchlanish pasayishi 1ya R_{ya} hosil bo'ladi. Odatda, $X_{ya} \gg R_{ya}$, shunga ko'ra

$$U_{vv} = E_0 - jI_{ya} X_{ya} \quad (2.7,b)$$

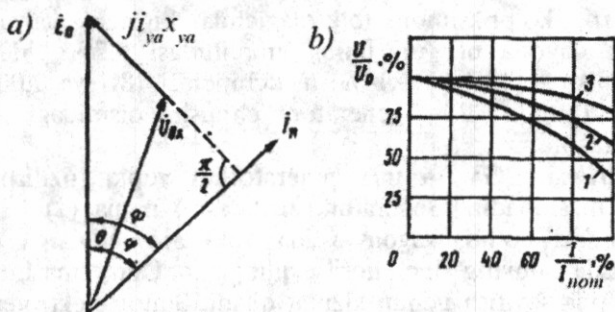


2.15-rasm. Kommutatsiyani hisobga olgan holdagi faza EYUK toklari va to'g'rilangan kuchlanish grafiklari.



2.16-rasm. Kommutatsiyani va hisobga olgan holdagi yakor fazasi EYUK toklari va to'g'rilangan kuchlanish grafiklari

(2.17,b) tenglamasi uchun induktorli generatorning vektorli diagrammasi 2.17 a-rasmda namoyish etilgan .



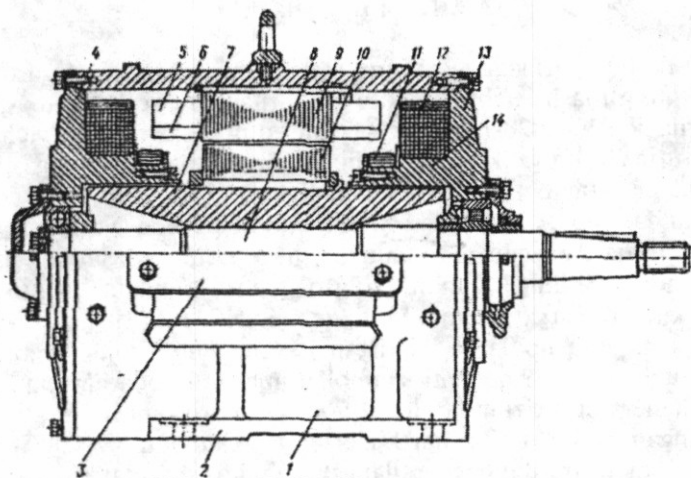
2.17-rasm. Induktorli generatorning vektorli diagrammasi (a) va uning tavsiflari (b).

Diagrammadan ko'rinadiki, kuchlanishi $U_{v\gamma}$ generator toki va burchak u ortishi bilan kamayadi. Shu bilan birga, yuklama burchagi Q ham ko'tariladi. Demak, kuchlanishlari $\mathfrak{Z}_{ya}$ X_{ya} va ΔU_{γ} pasayishi bilan yuklamadagi kuchlanishlar U_{d1} va U_{d2} salt ishlagandagi kuchlanishlar U_{d10} va U_{d20} ga qaraganda kichik bo'ladi. Induktorli generatorning yakorining reaksiyasi oddiy sinxron generatori va o'zgaras tok mashinasiga nisbatan katta

ta'sirga ega. Shunga ko'ra, yuklama ortishi bilan generator kuchlanishi pasayishi boshqa mashinalardagiga (masalan, o'zgarmas tok mashinasi) qaraganda ancha kuchliroq bo'ladi (2.17 b-rasmda grafik (1) va grafik (2) o'zgarmas tok mashinasiga taalluqlidir). Kuchlanishni pasayishi keskin pasayishining oldini olish va kuchlanish regulatori ishini yengillatish maqsadidagi 2GV-003, GSV va 2PV-001 generatorlarida ketma-ket ulanuvchi qo'zg'otish cho'lg'ami ko'zda tutilgan. Undan yuklama toki o'tadi. Bu cho'lg'amning magnit oqimi yakor cho'lg'amida qo'shimcha EYUK ni induksiyalaydi, qaysini yakor reaksiyasi tufayli kuchlanish, pasayishini o'rnini qoplab kuchlanishni ko'taradi (3-grafik). Poyezd ishga tushib yura boshlaganda, uning iste'mochilari akkumulator batareyasidan ta'minlanganlarida yuklama toki ketma-ket ulangan qo'zg'otish cho'lg'amidan oqaboshlaydi. Bu mashinani o'z-o'zidan uyg'onishga olib keladi, chunki ketma-ket cho'lg'am toki mashinani magnitlashga intiladi.

Poyezdning radioapparaturalari uchun katta ahamiyatga ega bo'ladigan parametrlaridan biri — ta'minlovchi tok va kuchlanish tarkibida yukori garmonikalar bor — yo'qligidir; ular qancha ko'p bo'lsa, to'g'rilangan kuchlanishdagi yuqori garmoniyalik chastota shunchalik katta va uning amplitudasi shunchalik kichik bo'ladi. Masalan, ko'priksimon to'g'rilagichda birinchi garmonika salt ishlash davrida 6fl ni, uning amplitudasi 5,7% Ud01 ikkinchi garmonika — 12fl va 0,14% ni, uchinchi 18fl va 0,006% tashkil qiladi (bunda fl — generator chiqish qismidagi kuchlanish chastotasi).

Qurilma. 2GV — 003 generatorlari yopiq tuzilishga ega 12 qutbli mashinadir. Generator (2.18-rasm) panja (2) li korpus (1) dan iborat bo'lib, vagon ostida yoki aravachalarga o'rnatiladi. Korpusda qovurg'alar hosil qilingan. Ular mashinani havo yordamida sovitish uchun xizmat qiladi. Stator elektrotexnik po'lat tunukalardan yig'ilgan. Tunukalar lak plyonka bilan izolatsiyalangan va korpusga presslangan. Stator 18 ta ariqcha (paz) larga ega, ularga cho'lg'am (5) va (6) joylashtiriladi (asosiy uch fazali va volt qo'shuvchi bir yoki uch fazali cho'lg'amlar). Yakor cho'lg'am uchlari paneldagi boshmoqlarga ulangan (boshmoqlar korobka (3) dagi panelga o'rnatilgan.)



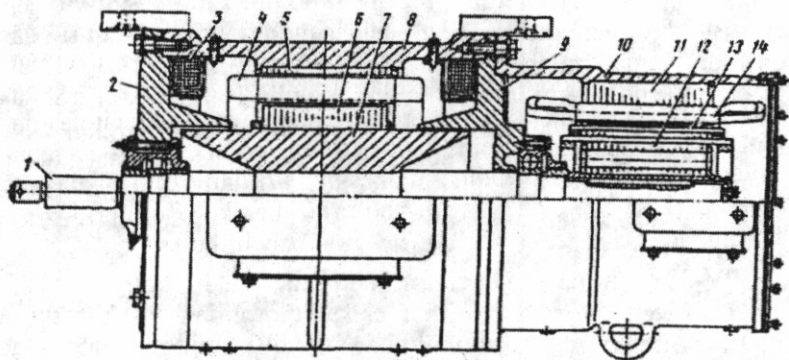
2.18-rasm. 2GV-OOZ generatori tuzilishi.

Qalqonning halqasimon shakli eriga ketma-ket va parallel 12 ulanuvchi cho'lg'amlar o'rnatiladi. Generatorning rotori elektrotexnik po'lat tunikalardan tashkil topgan va bir-biridan izolatsiyalanib, presslangan o'zakdan iborat. Unda oltita tishcha, boshqacha aytganda, 12 qutb bor. O'zak vtulkada valga joylashgan. Vtulka magnit o'tkazgichning bir qismi bo'lib, katta kesim yuzasiga ega. Bunday generatorlarning halqasimon qurilmasi (14) dagi podshipnik qalkonlari yuzasi takomillashgan bo'lib, ulardan uyg'otgich cho'lg'ami magnit oqimi oqadi. Har xil ko'rinishdagi 2GV generatorlari taxminan bir ko'rinishdagi konstruksiyalarga ega, bo'lib, faqat generatorni vagonga osib qo'yishga xizmat qiluvchi qurilmalari, podshipniklar konstruksiyalari, uyg'otuvchi cho'lg'amning joylashuvi, soni va rotorini mahkamlab o'rnatish usuli bilan farqlanadi.

2PV-001 turidagi generator ikki mashinali agregat bo'lib, induktorli generator va yuritma elektr motoridan tashkil topgan (2.19-rasm). Agregat umumiy korpusga va umumiy valga ega; generator konstruksiyasi 2GV —003 generatoriga o'xshash; uning rotori sakkizta tishchaga (16 ta qutbga) ega; elektr motori sifatida qisqa tutashgan rotorli sinxron motordan foydalanilgan. DCG - 4435 generatori induktorli mashina bo'lib, radial uyg'otgichga ega. Rotorda 12 tishcha (24 qutb) bor.

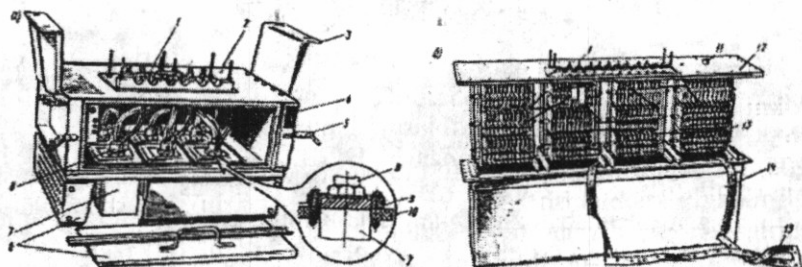
2.4. Kuch to'g'rilagichlari

2GV-003 turidagi generator ishlab chiqaradigan o'zgaruvchan tokni to'g'rilash uchun ikkita to'g'rilagich qo'llangan. Asosiy to'g'rilagich V1(2.20-rasm) uch fazali ko'priksxemasi bo'yicha V2-200 turidagi oltita kremniyli diodlarda yig'ilgan. Uning chiqish qismidagi kuchlanish 50 V, radiatorlar uzluksiz shamollatib turilganda 160 A ga teng. Shamollatish poyezd yurganda hosil bo'luvchi qarama-qarshi yo'naluvchi havo oqimi yordamida amalga oshiriladi. Buning uchun to'g'rilagich kojuxida ventilatsion teshiklar ko'zda tutilgan. Volt qo'shuvchi to'g'rilagich V2-200 turidagi ikkita diodlarda yig'ilgan. Uning nomirnal kuchlanishi 100v, uzluksiz toki qiymati shamollatilmaganda 50a ga teng. 2PV-001 generatori tizimida uch fazali ko'priksimon to'g'rilagich qo'llangan bo'lib, uning har bir elkasiga ikkitadan V2-200 turidagi parallel ulangan diodlar qo'llangan. Xuddi shunday to'g'rilagich DCG-4435 generatori tizimida ham qo'llanilgan. Uning har bir elkasida bittadan kremniyli diodi bor. To'g'rilagichning kommutatsiyasi davrida hosil bo'luvchi o'ta kuchlanishlarda diodlarni himoyalash uchun to'g'rilagichning har bir elkasiga rezistor va kondensatordan tashkil topgan RC-zanjirga ulangan.



2.19-rasm. 2PV-001 to'ridagi generatorning tuzilishi:

- 1-val; 2,9-podshipnik qalqonlari; 3- qo'zg'otish cho'lg'ami; 5-generator statori;
6-generator rotori; 7-rotor vtulkasi; 8-generator korpusi; 10-motor korpusi;
11-motor statori; 12-motor rotori; 13-rotor cho'lg'ami; 14-stator cho'lg'ami.



2.20-rasm. Kremniy diodli (a), selenli (b) to'g'rilagichlar.

1-boshmoqlar; 2- kojux; 3-kronshteynlar; 4-kojuxni rezinali zichlagichlari; 5-qulf; 6-kojux qopqog'i; 7- diodlar radiatorlari; 8-diodlar; 9-diodlarning rezinali zichlagichlari; 10- izolatsiyalovchi panel; 11-bakdan havoni chiqaruvchi qopqoq; 12-bak qopqog'i; 13-selen stolbi; 14-bak; 15-qopqoqning rezinali zichlagichi.

GVS turidagi generator ishlab chiqarayotgan o'zgaruvchan tokni to'g'rilash maqsadida V1 va V2 kabi ikkita to'g'rilagichdan foydalanilgan. Ular ham ko'priksimon sxemalarda yig'ilgan. To'g'rilagich bak ko'rinishdagi idishga joylashtirilib, idish ichi transformator yog'i bilan to'ldirilgan.

O'zgaruvchan tok generatorining afzalligi va kamchiliklari. Induktorli generatorlarning afzalliklari ularning aylanuvchi qismida cho'lg'am yo'qligidadir (cho'lg'amli hol uchun sirpanuvchi kontakt orqali tok uzatish ko'zda tutilgan bo'lishi kerak bo'lardi). Shu sababli, bunday generatorning ishlash puxtaligi yuqori bo'lib, uning ishi soddalashadi. Biroq magnit oqimi o'tuvchi yo'lning uzunligi tufayli uning o'lchamlari o'zgarmas toknikiga qaraganda katta bo'ladi. Undan tashqari, o'qli uyg'otgichga ega generatorlarda magnit tizimiga podshipnik qalqoni va rotor vtulkasi ham qo'shiladi. Ularning ko'ndalang kesim yuzalari to'liq magnit oqimini o'tkazishga moslangan bo'lishi kerak. Bu hol ham generator o'lchamlarining kattalashuviga sababchi bo'ladi.

2.5. Markaziy elektr ta'minotining refrijiratorli vagonlar va vagon-elektrostansiya generatorlari

Refrijiratorli tortuv tarkib va vagon elektrostansiyalarda uch fazali ayon qutbli generatorlar o'rnatilgan. Bu generatorlarning texnik ko'rsatkichlari to'g'risidagi ma'lumotlar 3-jadvalda keltirilgan.

2.5.1. Ishlash tamoyili

Rossiyada ishlab chiqarilgan ES-93, ESS-93 va GSF turidagi va Germaniyada ishlangan SSED turidagi generatorlar yakori qo'zg'almas va uyg'otish qutblari aflanuvchi qismlarga (2.21 a-rasm), Germaniyada ishlangan DGB, DGBS va DGC1 generatorlari esa – aylanuvchi yakor va qo'zg'almas qutblarga ega. Rotorning n aylanish tuzligi bilan aylanganda uyg'otish cho'lg'ami hosil qiluvchi magnit oqimi F_n yakor cho'lg'ami o'tkazgichlarini kesib o'taboshlaydi va u salt ishlash davrida yakorning har bir fazasida o'zgaruvchan EYUK.

$$E_0 = 4.44 f W_{ya} k_{oby} F_v = C_E F_v n \quad (2.8)$$

hosil qiladi. Bunda,

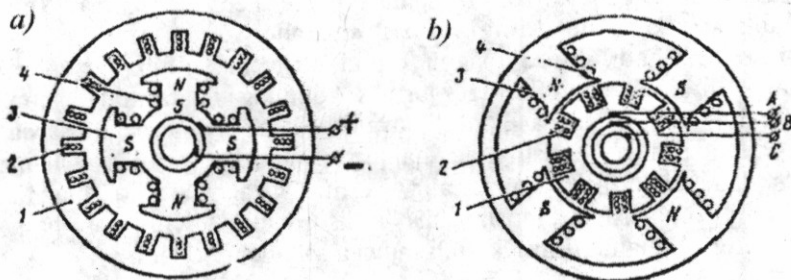
$$f = \frac{pn}{60} \text{ - EYUKning chastota o'zgarishi;}$$

R - qutblar soni;

W_{ya} - yakor faza cho'lg'aminging o'ramlar soni;

k_{oby} - cho'lg'am koefitsiyenti;

s - mashina konstruksiyasiga bog'liq bo'lgan koefitsiyent.



2.21-rasm. Qo'zg'almas (a) va aylanuvchi (b) yakorli sinxron generatorning elektromagnit sxemasi: 1-yakor; 2-yakor cho'lg'ami; 3-qutblar; 4-uyg'otish cho'lg'ami; 5-halqa va cho'tkalar.

Yakor uch fazali cho'lg'amidan yuklamadan yuklama toki I_{ya} o'tishi yakor magnit oqimi F_{ya} ni hosil qiladi. Qo'zg'almas yakorda u qo'zg'atish cho'lg'ami oqimi F_v aylanishi tezligida aylana boshlaydi, boshqacha aytganda, bu oqimlar o'zaro qo'zg'almas

holda harakatlanadilar. Yakori aylanuvchi generatorda yakor oqimi F_v rotor aylanishiga qarama - qarshi tomonga yo'naladi, boshqacha aytganda fazoda qo'zg'almas hisoblanadi (stator qutblari hosil qiluvchi magnit oqini kabi). Yakor oqimi F_{ya} yakor toki I_{ya} ga to'g'ri proporsional bo'lib, uning fazasi bilan bir tomonga yo'nalgan va yakor cho'lg'amida E_{ya} EYUK ni hosil qiladi. Shunga ko'ra yuklama ostida hosil bo'luvchi E EYUK ni ikkita oqim yig'indisidan, ya'ni $E=E_oQE_{ya}$ dan tashkil topgan, deb qarash mumkin. Yakor oqimi F_{ya} ning yakunlovchi EYUK ga ta'siri yakor reaksiyasi deb yuritiladi.

Ayon qutbli sinxron mashinalarda stator va rotor oralig'idagi havo bo'shlig'i perimetr bo'yicha o'zgaruvchan qiymatlarga ega. U qutb chetlariga qarab kengayadi va qutblararo zonada keskin o'sadi. Shu sababli, yakorning magnit oqimi F_{ya} faqat yakor magnit yurituvchi kuchi (MYUK) I_{ya} dan emas, balki yana ana shu MYUKning rotor qutblariga nisbatan taqsimlanish egriliklari holatiga ham bog'liq bo'ladi, binobarin, bitta MYUK F_{ya} yakor fazasi va qutb o'qlari orasidagi burchak ψ ning qiymatlariga qarab har xil magnit oqimi hosil qiladi.

Fyon qutbli mashinalarda magnit oqimining o'zgarishini hisobga olganda hisob-kitoblarda paydo bo'luvchi qiyinchiliklarini oldini olishlik uchun bunday mashinalar ishi ikki reaksiya usuli deb nomlanuvchi hisob-kitob usuli qo'llanadi. Bu usulga binoan, yakor MYUK F_{ya} uchta ko'ndalang MYUK $F_{ya}^o = \bar{F}_{ya} \cos \varphi$ (2.22-rasm)

va $\bar{F}_{ya} = \bar{F}_{yad} + \bar{F}_{yad}$. Shu bois tok, magnit oqimi va EYUKlarning vaqt bo'yicha vektorli diagrammalarini qurishlik imkoniyati tug'iladi. Ularning tashkil etuvchilari bo'ylama (d-d) va ko'ndalang (d-d) o'qlari bo'ylab joylashadi (2.22 b-rasm).

Magnit yurituvchi kuchning bo'ylama tashkil etuvchisi F_{yad} yakor reaksiyasining bo'ylama tashkil etuvchisi oqimi F_{yad} ni hosil qiladi va u o'z navbatida, EYUK F_{yad} ni induksiylaydi. Shuningdek, ko'ndalang tashkil etuvchi o'z navbatida E_{yad} ni induksiylaydi, binobarin, magnit oqimlari F_{yad} va F_{yad} tashkil etuvchi yig'indisidan iborat deb qaraladi: bo'ylama MYUK

$F_{ya}^o = \bar{F}_{ya} \sin \varphi$, bir-birlariga hech qanday ta'sir ko'rsatmaydilar.

Ularga ko'ra MYUK F_{yad} ni keltirib chiqaruvchi yakor toki I_{ya} ham ikki tashkil etuvchi - I_{yad} va I_{yaq} dan iborat. Natijaviy EYUK

E generator yuklama ostida ishlayotganda uchta tashkil etuvchidan iborat deyiladi, ya'ni

$$E = E_0 + E_{yad} + E_{yad}$$

3-jadval

Parametrlar	Generatorlar							
	DGB-75-8	DGB-15-100B	DGB 38-4	DGBS 30-4	DGC1-100B-2	SSD-358-6	EC-99,ECC-93	GSF-200
Nominal quvvat kV.A	75	70	38	16.5	112	100	93.7	250
Nominal kuchlanish, V	400	400	400	390	390	390	400/230	400/230
Nominal tok, A	108	100	55	24.4	185	148	135	160
Tok chastotasi, Gs	50	50	50	50	50	50	50	50
Aylanish tezligi, ayl./daqqa.	750	1000	1500	1500	1000	1000	1500	1500
Nominal yuklamadagi quvvat koeffitsiyenti	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Vazni, kg	653	640	500	320	990	810	605	-

Generatorning kuchlanishi Uni uning vektorli diagrammasi (2.23 a-rasm)dan aniqlash mumkin. Diagramma quyidagi tenglama orqali qurilgan:

$$\dot{U} = \dot{E} + E_{oya} - I_{ya} \dot{ch}_{ya} = \dot{E} + E_{yad} + E_{yad} + E_{oya} - I_{ya} \dot{ch}_{ya}$$

E_{oya} - yakorning sochilma magnit oqimi F_{bya} orqali hosil bo'luvchi EYUK;

$I_{ya} Ch_{ya}$ - yakor cho'lg'ami aktiv qarshiligidagi kuchlanish pasayishi.

EYUK E_{bya} ni ham ikki tashkil etuvchi E_{byad} va E_{byaq} dan iborat deb faraz qiladigan bo'lsak va kichik qiymatdagi I_{ya} ni inobatga olmasak quyidagi formulani yozishimiz mumkin:

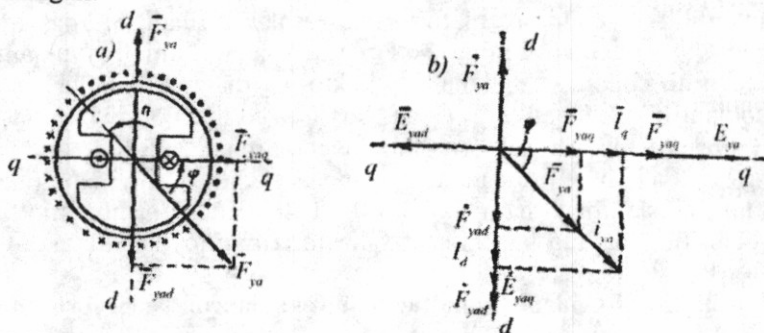
$$\dot{U} = \dot{E} + \dot{E}_{yad} + \dot{E}_{yaq} + \dot{E}_{oyayad} + \dot{E}_{oyaya} = \dot{E}_o + \dot{E}_q + \dot{E}_d$$

bunda,

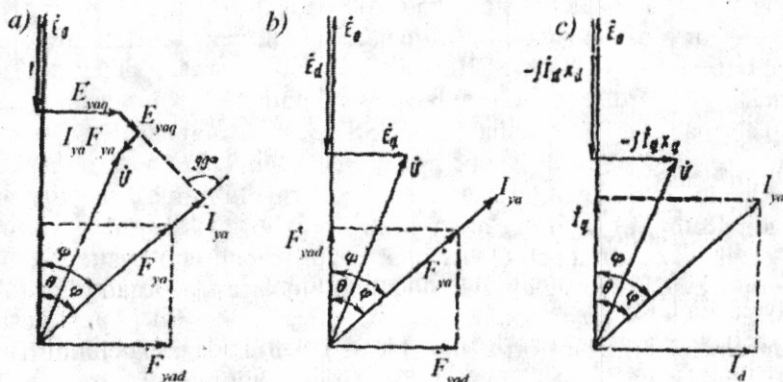
$$E_d = E_{yad} + E_{oyaya}$$

$$E_q = E_{yaq} + E_{oyayad}$$

tenglama asosida qurilgan vektorli diagramma rasm 2.23b da keltirilgan.



2.22-rasm. MYUK tok magnit oqimi va EYUK larni bo'ylama va ko'ndalang tashkil etuvchilari ajratish.



2.23-rasm. Ayon qutbli sinxron generatorining vektorli diagrammalari.

EYUKlar E_d va E_q tok I_{ya} ni bo'ylama I_{yad} va ko'ndalang I_{yqa} tashkil etuvchilari tomonidan hosil qilinadi. O'z tabiatiga ko'ra ular o'z induksiya EYUK aniqlaydi. Shu tufayli, ularni kuchlanishning tegishli qiymatlari bo'lmish $I_d X_d$ va $I_q X_q$ lar bilan almashtiradigan bo'lsak, quyidagi formulaga ega bo'lamiz:

$$U = E_0 - jI_d X_d - jI_q X_q \quad (2.10)$$

bunda, X_d va X_q - yakor cho'lg'aminging bo'ylama va ko'ndalang o'qlar bo'yicha tashkil etuvchi to'liq yoki sinxron induktiv qarshiliklari.

Tenglama (2.5) ga taalluqli vektor diagramma 2.23 a-rasmda ifodalangan.

RPS va vagon — elektrostansiyalar sinxron generatorlari dizeldan harakatlanib, mo'tadil chastota bilan ishlaydi. Bu mo'tadillik dizelning regulatori orqali ushlab turiladi. Shunga ko'ra generator kuchlanishining o'zgarishi faqat uning yuklamasi o'zgarishi bilan belgilanadi. Vektorli diagrammalarga ko'ra kuchlanish U faqat $I_{ya} \approx I_n$ ga bog'liq bo'lib qolmasdan, yana tokning kuchlanish vektori oralaridagi burchak siljishi φ ga ham bog'liq bo'ladi. Boshqacha aytganda yuklama tavsifiga (aktiv, induktiv, sig'imi) ham bog'liq bo'ladi. Kuchlanishni mo'tadil ushlab turish uchun har xil — stabilizatorlardan foydalaniladi.

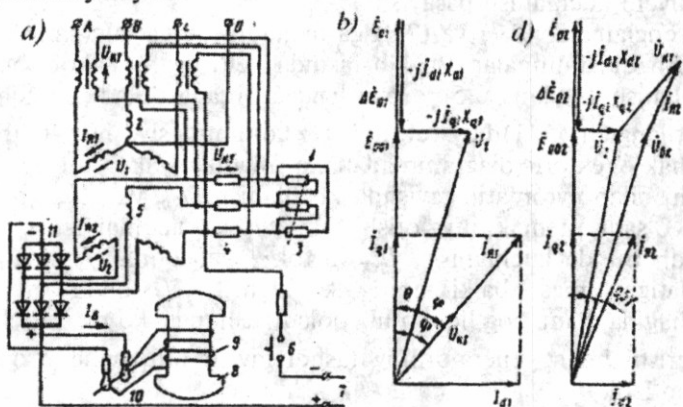
2.5.2. Kuchlanishi mo'tadillanuvchi sinxron generaorlar

Bunday generatorlarga DGB, DGBS, DGC1 generatorlari kiradi. DGB, DGBS generatorlarida magnit maydoni qo'zg'almas bo'lgan mo'tadillagich - stabilizator qo'llangan.

Tashqi mo'tadillagichli qurilmalar sinxron generatorlar. Bunday generatorlarga ECC-93, SSSED va GSF-200 turlardagi generatorlar kiradi. Ularda mo'tadillagich sifatida kompasidlovchi transformatorlar qo'llangan. ESS-93 (2.24-rasm) turdagi generatorning statorida yakor asosiy cho'lg'ami (2) va qo'shimcha cho'lg'am joylashgan. Ular istemolchilarni ta'minlashga xizmat qiladi. Rotor (8) da qo'zg'atish cho'lg'ami (9) joylashgan. U yarim o'tkazgichli to'g'rilagich (11) va halqa (10) orqali cho'lg'am (5)dan tag'minlanadi. Cho'lg'am (5)ning har bir fazasiga rezistorlar (4) ulangan va ularga kuchlanish U uzatiladi. Bu kuchlanish kompasidlovchi transformator (1) dan keladi. Uning birlamchi cho'lg'ami yakor cho'lg'ami (2) fazalariga, shuningdek, reostat (3)

ulangan bo'lib, dastani ravishda kuchlanishni rostdashga mo'ljallangan.

Asosiy cho'lg'amdagi tok I_{yul} ning o'zgarishi bilan bo'ladigan kuchlanish mo'tadillagichi quyidagicha kechadi. Yakor tokining ortishi bilan kompaundlovchi transformatorning ikkilamchi cho'lg'amida kuchlanish U_{kt} ortadi. Natijada qo'shimcha tok ΔI_v paydo bo'ladi, va u qo'shimcha qo'zg'atish magnit oqimi $\Delta \Phi_v$ ni hosil qiladi. Oqibatda, tok I_{yul} ning ta'sirida o'zgaruvchi yakor reaksiyasi magnitsizlantiruvchi harakatini kompensatsiyalaydi, boshqacha aytganda oqim ΔF_v cho'lg'am 2da qo'shimcha EYUK ΔE_{o1} ni induksiyalaydi va u o'z navbatida, kuchlanish pasayishlarini keltirib chiqaruvchi $I_{o1} x_{o1}$ va $I_d X_d$, larni kompensatsiyalaydi.



2.24-rasm. Generator ESS - 93 ning prinsipial sxemasi (a), va vektorli diagrammalari (b va v).

Bunda generator kuchlanishi

$$U_1 = E_{001} + \Delta E_{01} - jI_{d1}X_{d1} - jI_{q1}X_{q1}, \quad (2.11)$$

bunda, E_{001} - uyg'otish cho'lg'ami magnit oqimining sal ishlash davrida hosil bo'luvchi EYUK;

I_{d1} va I_{q1} - tokining tashkil etuvchilari;

X_{d1} va X_{q1} -cho'lg'am (2) ning sinxron induktiv qarshiliklari.

Kirish qismidagi kuchlanish U_{vx} uyg'otish cho'lg'ami toki I_v ni belgilaydi. U quyidagi vektorli yig'indining tashkil etuvchidan iborat:

$$U_1 = E_{002} + \Delta E_{02} - jI_{d2}X_{d2} - jI_{q2}X_{q2} + U_{km} - I_{z2}r_2 \quad (2.12)$$

bunda, E_{002} - cho'lg'am (5) da uyg'otish oqimining salt ishlash davridagi induksiyanuvchi EYUK;

ΔE_{02} - tok ΔI_v tomonidan cho'lg'am (5) da induksiyanuvchi qushimcha EYUK;

I_{d2} va I_{q2} - tok I_{ya2} ning tashkil etuvchilari;

X_{d2} va X_{q2} - cho'lg'am (5) ning sinxron induktiv qarshiliklari;

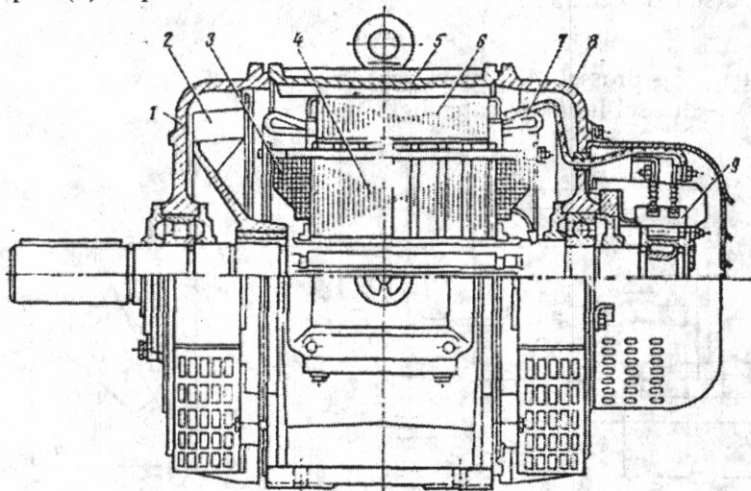
$I_{z2}r_2$ - rezistor (4), reostat (3) da tok I_{z2} tomonidan hosil qilinuvchi kuchlanish pasayishi.

Tenglamalar (2.7) va (2.8) ga taalluqli tok va kuchlanishlarning vektorli diagrammalari 2.24 b-rasmda keltirilgan. Yakor toki I_{ya2} kuchlanish U_2 dan $0,5 \cdot \gamma$ burchagiga orqada qoladi, bunda γ - to'g'rilangich (11)da ventilning kommutatsiyasini bildiruvchi burchak. Vektorli diagrammadan ko'rinadiki, yakor toki I_{z2} ning o'sishi bilan avtomatik ravishda kuchlanish U_{km} va U_{vx} qiymatlari ham o'sadi, demak, uyg'otish toki I_v va kuchlanish U_1 ham oshadi. Bunda kuchlanish U_{vx} va tok I_v faqatgina I_v faqatgina I_v qiymatiga emas, balki uning kuchlanish U_1 bilan oralaridagi burchagida ham bog'liq bo'lib qoladi. Shunga ko'ra, burchak φ o'zgarishi bilan generatorning tashqi tavsifi birqancha o'zgarishga ega bo'ladi.

Kuchlanish qiymatining nominaldan og'ishi eng kichik va $\pm 2\%$ ga teng bo'lishi hisobiy quvvat koeffitsiyenti $\cos \varphi = 0,8$ da yuz beradi. Tizimning stabilizatsiyalanishi ana shu qiymat asosida yuz beradi. $\cos \varphi = 1$ va $\cos \varphi = 0,5$ bo'lganda kuchlanish og'ishi kuchayadi. Uyg'otish tizimi parametrlari shunday tanlanadiki, natijada $\pm 5\%$ aniqlikda tok I_{ya} noldan nominalgacha o'zgarganda va $\cos \varphi$ 0,5 dan 1 gacha o'zgarganda stabilizatsiya yuz beraversin.

ESS-93 (2.25-rasm) generatori o'z-o'zini uyg'otgichli mashina. Uning uyg'otish zanjirida yarim o'tkazgichli to'g'rilagich ulangan. To'g'rilagich nochiziqiy qarshilikka ega bo'lib, u uyg'otish toki

kichik bo'lganda ham nisbatan qatta qiymatga ega. Shu bois cho'lg'am (5) da induksiyanuvchi qoldiq EYUK generatorni uyg'otishga qodir emas. Generator ishlashining dastlabki qismida uyg'otish jarayon ro'y berishi uchun uyg'otish cho'lg'amiga tashqi mustaqil o'zgarmas tok manbayi (7) (akkumulator batareyasi) dan knopka (6) orqali tok beriladi.



2.25-rasm. ESS-93 generatorning umumiy ko'rinishi.

ESS-93 generator po'lat korpus (5) ga va unga preslab o'rnatilgan stator o'zagi (6) dan tashkil topgan (o'zak bir-biridan izolatsiyalangan elektrotexnik po'lat tunukalarda yig'ilgan). O'zak (6) ning ariqcha (paz) lariga u fazoli yakor cho'lg'amlari (7) joylashtirilgan. Rotorning izolatsiyalangan tunukalaridan yasalgan po'lat o'zagiga to'rtta qutb 4 joylashgan.

Qutblar uchlari va g'altak (3) dagi uyg'otish cho'lg'ami va majburiy ravishda shamollatgich-ventilator (2) aylanuvchi qismni tashkil qiladi. Podshipnik qalqonlari (1) va (8) lar ichida podshipniklar joylashgan. Uyg'otish cho'lg'amiga ikkita kontakt halqalari (9) orqali tok beradi.

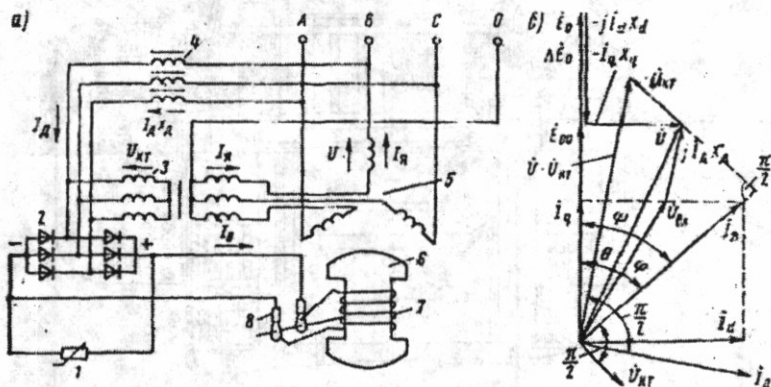
SSED generatori (2.26 a-rasm) statorida yakor cho'lg'ami (5) "yulduz" sxemasi bo'yicha nol nuqtasi chiqarilgan holda joylashtirilgan. Unda kuchlanish U induksiyanadi. Rotor (6) ga joylashgan uyg'otish cho'lg'ami (7) yakor cho'lg'amidan drossel (4), yarim o'tkazgichli to'g'rilagich (2) va halqa (8) orqali manbaga ulanadi. To'g'rilagichning kirish qismiga kuchlanish U_k ham

beriladi. U uch fazali kompaundlovchi transformator (3) ikkilamchi cho'lg'amidan osiladi; uning birlamchi cho'lg'ami generator yakori bilan ketma-ket ulangan. Generatorning salt ishlash davridagi kuchlanish $U=E_{00}$ uyg'otish toki I_v qiymati bilan aniqlanadi. Bu tok to'g'rilagich (2)ning chiqish qismidagi kuchlanishga to'g'ri proporsional o'zgaradi:

$$U_{vx} = U - jI_d \cdot X_d \quad (2.13)$$

bunda, I_d - drossel (4) zanjiridagi tok;

X_d - drossel induktiv qarshiligi.



2.26-rasm. SSSED generatorning prinsipial sxemasi (a) va uning vektorli diagrammasi (b).

Uning qiymatini magnit o'tkazgichidagi havo oralig'ini o'zgartirish bilan rostlash mumkin. Havo oralig'ini kattalashtirilsa induktiv qarshilik X_d kamayadi va uyg'otish toki qiymati kattalashadi. Natijada, generator kuchlanishi ortadi. Havo oralig'ini ishlab-chiqaruvchi zavod shunday o'rnatadiki, salt ishlash davrida generatorning chiqish qismidagi kerakli qiymatda (yuklama davridagi nominal kuchlanishdan birqancha kichik) bo'lsin.

Generatorning dastlabki uyg'otilishi qoldiq magnitizm tufayli yakor cho'lg'amida induksiyanuvchi EYUK hisobiga ro'y beradi.

To'g'rilagich (2) diodlari nochiyiq qarshiligini kamaytirish uchun to'g'rilagichga qo'shimcha rostlanuvchi varistor (1) ulanadi. Bu element kuchlanish o'sishi bilan o'zining qarshiligini keskin o'zgartiradi. Shu bilan bir vaqtda varistor to'g'rilagich (2) ni generatorning avariya holatlarida yuz beruvchi o'ta kuchlanishlardan himoya qiladi.

Generatorga yuklama ulanganda yakor cho'lg'ami (5) dan o'tuichi I_{ya} toki o'sa boshlaydi, demak kompaundlangich chiqish qismidagi kuchlanish U_{kt} ham orta boshlaydi. Natijada, bu holat tok

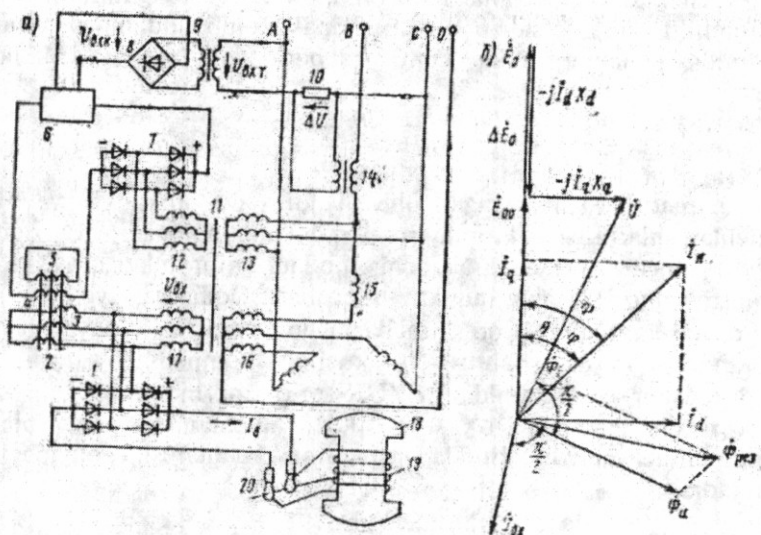
$$U_d = \frac{U - U_{kt}}{X_d - X_{kt}} \quad (2.9)$$

qiymatini kamayishga olib keldi. Bu tok U va U_{kt} kuchlanishlarining vektor ayirmalari bilan aniqlanadi va, demak U_{vx} ning o'sishiga sababchi bo'ladi (formuladagi X_{kt} — transformator (3) ning induktiv qarshiligi). Oqibatda, uyg'otish toki I_v o'sadi va uyg'otish qo'shimcha magnit oqimi ΔF_v paydo bo'lib, yakorning magnitsizlantiruvchi kuchini kompensatsiyalaydi. Bu oqim yakor cho'lg'amida $E_{YUK} \Delta E_o$ ni induksiyalaydi va u yakor cho'lg'amida $I_d X_d$ va $j I_q X_q$ kuchlanish pasayishlarini kompensatsiyalaydi. Bunda generator kuchlanishi quyidagicha bo'ladi:

$$U = E_{o0} + \Delta E_o - j I_d X_d - j I_q X_q \quad (2.10)$$

(2.9) va (2.10) tenglamalar asosida qurilgan tok va kuchlanishlar diagrammasi 2.26-rasmda keltirilgan. Tok I_{ya} ning o'zgarishi (ham qiymat ham faza bo'yicha) bilan stabilizatsiyalovchi transformatorning chiqish qismidagi kuchlanish U_{kt} o'zgaradi. Bunda uyg'otish toki I_v o'zgaradi va yuklanish toki o'zgarishi bilan o'zgaruvchi generator kuchlanishi o'rnatilgan. U yarim o'tkazgichli to'g'rilagichdan hamda 20 va cho'tkalar orqali ta'minlanadi. Generatorni avtomatik ravishda rostlash stabilizatsiyalanadi. Avtomatik stabilizatsiya aniqligi +2.5% ni tashkil qiladi.

Generator GSF (2.27-rasm) aksariyat markazlashgan elektr ia'minotli vagon-elektrostansiyalarda qo'llanishga ega. Uning statorida yakor cho'lg'ami (15) joylangan bo'lib, poyezd iste'molchilarini ta'minlash uchun xizmat qiladi. Rotor (18) da qo'zg'otish cho'lg'ami (19) o'rnatilgan. U yarim o'tkazgichli to'g'rilagichdan halqa (20) va cho'tkalar orqali ta'minlanadi. Generatorni avtomatik ravishda rostlash uchun uch fazali kompaundlovchi transformator (11) dan foydalanilgan. Uning ikkitadan birlamchi va ikkilamchi cho'lg'amlari bor. Birlamchi cho'lg'am (16) lar generator fazalariga ketma-ket ulanishga egalar. Birlamchi cho'lg'am (13) lar uning liniyaviy simlariga ulangan.



2.27-rasm. GSF generatorning prinsipial elektro sxemasi (a) va uning vektorni diagrammalari (b va v).

Ikkilamchi cho'lg'am (17) to'g'rilagich (1) ga ulangan. Transformator (11) ikkita magnit yurituvchi kuchlarni elektromagnitli qo'shish uchun mo'ljallangan MYUK larning bittasi generator tokiga proporsional bo'lsa, boshqasi uning jami kuchlanishiga proporsional, binobarin, natijaviy MYUK, demak cho'lg'am (17) da induksiyalanuvchi EYUK, ularning vektorli yig'indilariga proporsional, ya'ni generator kuchlanishi bilan toki orasidagi burchak φ ga bog'liq. Shunga ko'ra, to'g'rilagich (1) dan keluvchi qo'zg'otish toki I_v ham tok, kuchlanish va burchak φ larga bog'liq bo'ladi.

Fazaviy kompaundlagich transformator (11) da natijaviy magnit oqimi Frez (2.27 b-rasm) vektorlar F_u va F_i (ular cho'lg'amlar (13 va 16) tomonidan hosil qilinadi) yig'indisidan tashkil topadi; bunda F_u generator kuchlanishi U ga proporsional bo'lib, undan faza bo'yicha 90° ga orqada qoladi; magnit oqimi F_i esa yuklama toki I_{ya} ga proporsional va u bilan faza bo'yicha bir xil yo'nalishga ega. Transformator (11) ning ikkilamchi cho'lg'ami olinuvchi (ya'ni, to'g'rilagich (1) ning kirish qismilagi) kuchlanish natijaviy magnit oqimi Frez dan 90° ga orqada qoladi. Demak, tok

IG va burchak φ ning o'zgarishi bilan natijaviy magnit oqimi F_{rez} , kuchlanish U_{vx} generatorning uyg'otish toki va EYUK E_o lar ham o'zgaradi.

Ko'rib o'tilgan rostlash tizimi $\cos\varphi$ 1 dan 0,4gacha yuklanish tokining noldan nominalgacha o'zgarganda generator kuchlanishi $\pm 5\%$ gacha aniqlik bilan stabilizatsiya kilar ekan.

Bundan ham aniqroq rostlashlik uchun generator uyg'otish tizimida uch fazali boshqariluvchi drossel (2) qo'llangan. Uning ishchi cho'lg'amlari (3) to'g'rilagich 1 ning kirish qismiga transformator (11) ning ikkilamchi cho'lg'ami (17) bilan hamkorlikda ulangan drossel (2) ning boshqaruv cho'lg'ami (4) transformator (11) ning ikkilamchi cho'lg'ami (12) dan to'g'rilangan (7) orqali energiya bilan ta'minlanadi. Boshqaruv cho'lg'ami (4) zanjiriga kuchlanish korrektori (6) ulangan, u drossel (2) to'yintiruvchi tokini avtomatik ravishda boshqaruvi bilan uning induktiv qarshiligini o'zgartiradi. Natijada, generator kuchlanishini stabilizatsiyalash aniqligi keskin ko'tariladi. Korrektor (5) ning kirish qismiga transformator (9) va to'g'rilagich (8) orqali kuchlanish U_{vkk} ning qiymati transformator kirish qismidagi kuchlanish U_{vxt} ga proporsional ravishda o'zgaradi. Kuchlanish ΔU generator (3) fazasi toki I_v bilan fazasi bo'yicha bir yo'nalishda o'zgarar ekan. Demak, generator kuchlanishi U va uning toki I_{ya} o'zgarishi bilan tegishli ravishda U_{vxt} va U_{vkk} (korrektor (6) kirish qismida) o'zgarar ekan. Kuchlanish ΔU ning reaktiv tashkil etuvchi ΔU_r kuchlanish U_{as} bilan faza bo'yicha bir tomonga yo'nalishini inobatga olsak, tok I_{ya} ning reaktiv tashkil etuvchi U_{vxt} ga aktiv tashkil etuvchiga qaraganda sezilarli darajada ta'sir etar ekan. Demak, aktiv-induktiv yuklama kuchlanish korrektori aktiv yuklama davridagiga qaraganda, uyg'otish tokiga kuchliroq ta'sir etar ekan, binobarin burchak φ qancha katta bo'lsa, bu ta'sir shuncha kuchli bo'ladi. Aktiv-sig'imli yuklamada reaktiv tashkil etuvchi ΔU_r kuchlanish U_{av} ga qarama-karshi yo'nalishda o'zgaradi (shtrixli liniyalar). Shunga ko'ra, I_{ya} ning reaktiv tashkil etuvchi uyg'otish tokini kamaytirishga olib keladi.

Boshqaruvchi drossel (2), shuningdek, dempferli qisqa tutashgan cho'lg'am (5) ga ham ega bo'lib, u generator yuklamasining keskin o'zgaruvlarida kuchlanish tebranishini tezkor so'ndirishga xizmat qiladi.

Korrektor yarim o'tkazgich elementlarda yig'ilgan elektron kuchlanish regulatori ko'rinishiga va impuls rejimida ishlaydi. U

generator kuchlanish qiymatining o'rnatilgan qiymatdan og'ishiga sezgir o'lchov organi va drossel (2) ning boshqaruv cho'lg'ami (4) ning tokini o'zgartiruvchi tranzistorli ko'paytirgich ega. Bunda tegishli ravishda to'g'rilagich (1) ning kirish qismidagi kuchlanish ham o'zgaradi, bu esa generator uyg'otish cho'lg'ami tokini ham o'zgarishiga sababchi bo'ladi.

Kuchlanish korrektori (6) ning sxemasi o'zgaruvchan tok generatori kuchlanish elektron regulatori sxemasiga o'xshash.

2.6 Generatorni hisoblash va tanlash

Vagon generatorlari quvvati iste'molchilar qabul qiladigan quvvatni hisobga olgan holda aniqlanadi.

Iste'molchilar qabul qiluvchi quvvatlar yig'indisi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$P_{nomp} = \sum (P_n \eta k_i), \quad (2.15)$$

bunda, P_n — har bir iste'molchi quvvati; η — iste'molchining foydali ish koeffitsiyenti; k_g — iste'molchi quvvatining ishlatilish koeffitsiyenti.

Generatorning nominal quvvati quyidagicha topiladi:

$$P_{nom} = P_{nomp} \cdot K \sqrt{\frac{P}{P+1}}, \quad (2.16)$$

bunda, K — zaxira koeffitsiyenti;

$P = T_{zap} / T_{faz}$ — akkumulator batareyasi zaryad vaqtining razryad vaqtiga nisbati ($P=3 \dots 10$)

Generator quvvati tanlanganda generatorda hosil bo'luvchi isroflarni hisobga olish darkor (misdagi P_t , po'lat o'zakdagi P_j va mexanik isroflar P_{mex}).

Generatorning sanoat foydali ish koeffitsiyenti quyidagi formulalardan aniqlanadi:

O'zgarmas tok generatori uchun

$$\eta_{pr} = \frac{P_R}{P_{pod}} 100\% = \frac{I_n \cdot U_n}{U_n \cdot I_n + \sum P} 100\%, \quad (2.17)$$

o'zgaruvchan tok generatori uchun

$$\eta_p = \frac{P_r}{P_{pod}} 100\% = \frac{\sqrt{3} \cdot I_n \cdot \cos \varphi}{U_n \cdot I_n + \sum P} \cdot 100\%, \quad (2.18)$$

bunda, P_r , P_{poz} – generator quvvati va birlamchi motordan kelayotgan quvvat ; U_n , I_p – generatorning kuchlanishi va toki;
 $\cos \varphi$ - iste'molchi quvvat koeffitsiyenti; $\sum P = P_m + P_j + P_{\Sigma}$;
 $P_m = 3 \dots 10\%$; $P_j = 1,5 \dots 10\%$; $P_{mex} = 1 \dots 6\%$.

2.7. Akkumulator batareyalari

Yo'lovchi tashuvchi va refrijerator vagonlarda akkumulator batareyalari elektr energiya iste'molchilarini bekatda va poyezd juda kichik tezliklarda harakatlanganda, ya'ni generator EYUK batareya EYUK idan kichik bulganda, shuningdek, dizel-generator elektr starterlarini ta'minlashda qo'llanadi.

Akkumulator batareyalari elektr tokining kimyoviy manbai hisoblanadi.

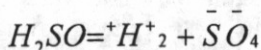
Kimyoviy manbaning ishlashi uchun, ya'ni galvanik elementlar va akkumulatorlarning harakati uchun, albatta, suyuq o'tkazgichlar kerak. Shuning uchun suyuq o'tkazgichlar va ularning xususiyatlari bilan tanishmoq darkor. Shuningdek, ulardagi fizik tamoyillar natijasida o'zgarmas elektr toki paydo bo'lishi bilan tanishish zarur.

Suyuq o'tkazgichlar ikkinchi darajali o'tkazgichlar yoki *elektrolitlar* deb yuritiladi.

Elektrolitlar kislotasi, ishqor va metall tuzlar suvlari aralashmasi hisoblanadi. Elektrolit orqali o'tuvchi tok, uni har xil bo'laklarga ajratadi. Elektrolitning har xil bo'laklarga ajralishi *elektroliz* deb ataladi. Birinchi marotaba elektroliz rus olimi B.S.Yakobi tomonidan 1839-yilda kashf etildi.

Elektrolitni tavsiflovchi assosiy qiymat bo'lib uning o'tkazuvchanligi hisoblanadi. Elektrolitlar o'tkazuvchanligi ionli bo'lib, undagi ionlar soni bilan baholanadi.

Elektrolitlarda ionlar hosil bo'lishi eritmadagi modda molekula atomlarining o'zaro ichki tortishuv kuchi kuchsizlanishi natijasida ro'y beradi. Masalan, oltingugurt kislotasi H_2SO_4 molekulasida suv (erituvchi) ta'sirida ikki ionga: musbat zaryadlangan vodorod H^+ ionli (u molekula ajralganda o'zining ikkita elektronidan ayriladi) va kislotasi qoldig'i SO_4 ning manfiy zaryadlangan ionli (u bu ikki ortiqcha elektronlarni o'ziga oladi) ga ajraladi. Matematik nuqtai nazardan olganda ionlar hosil bulishini oltingugurt kislotasi uchun quyidagicha ifodalash mumkin:



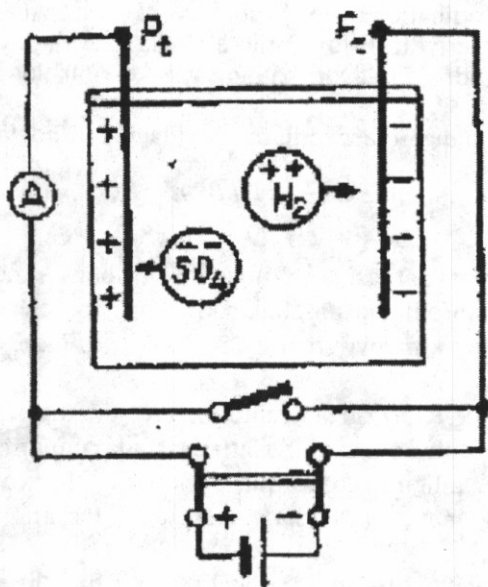
Har bir molekulaning ikkita qarama-qarshi zaryadlangan ionlarga ajralishi istalgan elektrolitda ro'y beradi, yoxud musbat zaryadlangan ionlar hamma vaqt metall atomi yoki vodorod molekulasiga bo'ladi, chunki ular o'z elektronlarni o'ng'aylik bilan beradilar. Atomlarning elektr neytralligi tufayli har bir elektrolit, umuman elektr nuqtayi nazardan neytral (qattiq o'tkazgichlarda erkin elektrodlar bo'lgani kabi). Biroq eriydigan moddalar molekulasiga ionlarga ajralavermaydi va ularning soni elektrolit tarkibiga bog'liq bo'lavermaydi. Tajriba shuni ko'rsatadiki, eng katta o'tkazgichlik konsentratsiya 30–40% bo'lganda yuz berar ekan. Elektrolitning xususiyati kimyoviy manbalarning ichki – xususiy qarshiligini kamaytirish uchun foydalaniladi.

Eng sodda tuzilishga ega akkumulator elektrolit solingan idish bo'lib, unga ikkita o'tkazgich–elektrod tushirilgan. Musbat zaryadlangan boshmoqqa ulangan elektrod *anod* deb, manfiy boshmoqqa ulangani *katod* deb yuritiladi. Elektr manbai ta'sirida elektrodlar zaryadlanadi va elektr maydoni hosil qiladi. Maydon ta'sirida elektrolitdan tok oqaboshlaydi. Bunda musbat zaryadlangan ionlar (kationlar) katodga qarab harakatlansa, manfiy zaryadlangan ionlar (anionlar) anodga qarab intiladi.

Misol tariqasida kulsiz oltingugurt kislotasini ishlatgan holda suv – elektrolizini ko'rib o'tamiz. Bunday elektrotida ikki xil

turdagi ionlar: ${}^+H^+_2$ va $\bar{S}\bar{O}_4$ mavjud (2.28-rasm). Ularning soni harorat va elektrolif konsentratsiyasi bilan aniqlanadi. Qo'shimcha kimyoviy reaksiya yuz bermasligi uchun elektrodlar kichik yupqa platina plastinkalaridan tayyorlangan.

Agar ikki qutibli rubilnik R1 ni ulaydigan bo'lsak, elektrolit ionlari tartibli ravishda qarama-qarshi tomonlarga yuraboshlaydi, boshqacha aytganda, elektrodlanga qarab intila boshlaydi.



2.28-rasm. Akkumulatorda elektor tokini olish sxemasi.

Katodga musbat zaryadlangan vodorod ionlari $^+H_2$ harakatlanadi. Bu yerda ular katollardan etishmayotgan ikkita elektron oladi va vodorodning neytral molekulari H_2 ga aylanadi. Bu molekular, dastavval, yupqa qatlam katodni qoplaydi, so'ngra vodorod gazi ko'rinishda elektroddan chiqib ketadi. Katodda bo'lib o'tadigan jarayonlarni qisqacha quyidagicha yozish mumkin:

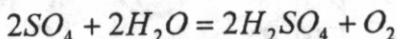


Shu vaqtning o'zida anodga qoldiq kislota SO_4 ionlari keladi. Anod ionlari elektronlar ajratib oladi va ularni elektrik jixatdan neytral bulgan zarachallarga aylantiradi. Biroq kimyoviy birlashma turg'un emas va tabiatda erkin holda uchramaydi. Shunga ko'ra, neytrallashtirilgan SO_4 suv bilan kimyoviy reaksiyaga kirishadi. Bu kirishish quyidagi formula bo'yicha kechadi:



Reaksiya oqibatida hosil bo'luvchi oltingugurt kislotasi qaytadan suvda eriydi, kislorod molekullari avvaliga yupqa qatlam ko'rinishida anodni qoplaydi, so'ngra gaz ko'rinishida elektrolitdan chiqib ketadi.

Anodda bo'ladigan jarayonlarni quyidagicha ifodalash mumkin:



Bu jarayonlar natijasida oltingugurt kislotasi emas, balki suv vodorodi va kislorodlarga parchalanadi. Istalgan elektrolizda hosil bo'luvchi bundoy kimyoviy reaksiyani *ikkilamchi kimyoviy reaksiya* deb ataladi.

Agar rubilnik R1 o'ringa rubilnik R2 ulanadigan bo'lsa (2.28-rasm) va elektrodlar o'zaro birlashtirilsa unda ampermetr zanjirdan tok o'taboshlaganligini ko'rsatadi, binobarin, bu tok manbadan elektrolitga yo'nalgan tokka nisbatan teskari yo'nalishida harakatlanadi.

Zanjirda elektr tokining paydo bo'lishi shundan dalolat beradiki, priborning o'zi (ya'ni elektrod tushirilgan elektrolitli idish) elektroliz natijasida elektr manbaiga aylanib qoladi. Bu shu tufayli hosil bo'ladiki, bir jinsli plastinali elektrodlar elektroliz vaqtida har xil moddalar (kislorod va vodorod) bilan qoplanib, elektrolitga nisbatan har xil "jinsli" bo'lib qoladi. Amaliyotdan ma'lumki, ikkita ikki xil "jinsli" elektrodlar elektrolitga tushirilganda hamma vaqt kimyoviy elektr tok manbaiga aylanib qoladi va bu *galvaniq element* deb yuritiladi.

Elektroliz natijasida bir "jinsli" elektrodlar ning ko'p jinsli elektrodلarga aylanib qolishi *polarizatsiyalanish* deb ataladi. Barcha mavjud akkumulatorlar asosida polarizatsiya tamoyili yotadi.

Temir yo'l vagonlarida kislotali qo'rg'oshin va ishqorli (nikel-temirli va nikel-kadmiyli) akkumulatorlar qo'llanadi. Batareyalarga ulangan akkumulatorlar 52 yoki 112 V kuchlanishga ega. Starterli akkumulatorlarda kuchlanishi 12 yoki 24 V bo'lgan kislotali akkumulatorlar qo'llanishiga ega. Akkumulatorlarning texnik ko'rsatkichlariga oid ma'lumotlar [1] da keltirilgan.

2.7.1. Kislotali akkumulatorlar

Temir yo'l vagonlarida Rossiya, Germaniya va Polshada ishlab chiqarilgan sig'imi 300-400 amper-soat (A.-S) bo'lgan akkumulatorlar qo'llanadi.

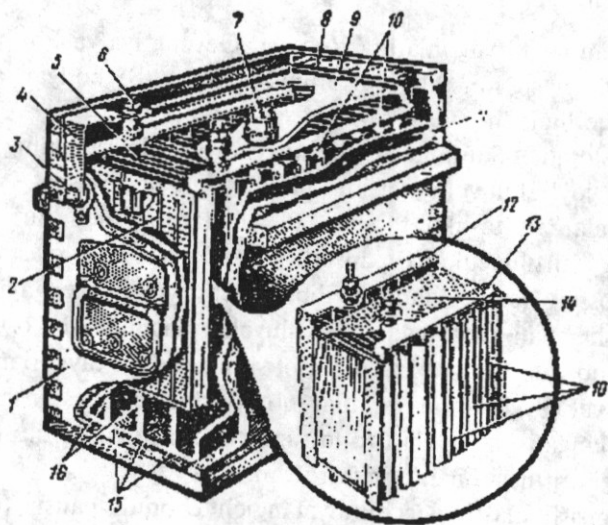
Kislotali akkumulator ebonitli korpus (bak), uning qopqog'i, bakga joylashiluvchi yarim bloklar, ya'ni musbat va manfiy plastinalardan tashkil topgan. Plastinalarning uch turi mavjud – yuzaki, surtiluvchi va panserli. Yuzaki turdagi plastinalar toza qo'rg'oshin (svines)dan quyilib, ishchi yuzasi kengayishi uchun kumush bilan qoplangan. Surtiluvchi plastinalarda ostov-ostning qism qo'rg'oshin va surma qotishmalaridan tayyorlangan. Ular qator yacheykalar bo'lib, ular qo'rg'oshin poroshogi va zangidan tayyorlangan pasta bilan to'ldirilgan. Poroshokning oltingugurtning suvdagi eritmasi bilan qorishtirilgan.

Pansirli plastinalar himoyalangich ebonitli pansir (chehol)dan yasalgan qator trubkalardan tashkil topgan. Ular aktiv (faol) massa bilan to'ldirilgan. Trubkalarga yarim halqa shaklidagi teshiklar (ular eni 0,2mm) o'yilgan. Shuningdek, pansir polietilendan yasalgan bo'lishi ham mumkin.

Plastinalar o'zaro umumiy qo'rg'oshinli shinalar orqali birlashgan va yarim blokni tashkil qiladi. Shinaning yuqori qismiga qo'rg'oshinli sterjen (klemma-boshmoq) ulanib, u qopqoqdan tashqariga olib chiqilgan.

Yarimbloklarning va manfiy plastinalari o'zaro oyna trubka yoki boshqa materiallar orqali izolatsiyalangan.

2.29-rasmda VPMS-400 turidagi akkumulatorning umumiy ko'rinishi berilgan. Ebonitli bak (11) dan iborat akkumulator korpusi yog'och yashik (1) joylashgan. Yashik rezinali qatlam (15)ga o'rnatilgan. Akkumulator musbat panserli va manfiy surtiluvchi turli konstruksiyaga ega plastinadan iborat. Ularning birinchisi ko'prik va shtirlar bilan hamkorlikda musbat (14) yarim blokni, ikkinchisi – manfiy (12) yarim blokni tashkil qiladi. Ikkala yarim blok bitta umumiy blok (5) ga birlashadi.



2.29-rasm. VPMS —400 turidagi akkumulatorning umumiy ko‘rinishi.

Bu birlashuv shunday joylanadiki, natijada bir qutbli plastinalar ortidan ikkinchi qutblilar keldi. Chekka qismlar manfiy plastinalar (2) joylashadi, demak, manfiy plastinalar soni musbatlilarinikiga qaraganda bitta ortiq. Bunga sabab — chekkalarga o‘rnatilgan musbat plastinalar faqat bir tomoni bilan ishlaganda yuklama har xil bo‘lganligi tufayli tezda nuramasin. Undan tashqari musbat plastinkalarning aktiv massalari yomon ishlatilganda akkumulatorning ishlash muddati kamayib ketishi mumkin.

Plastinalar o‘zaro bir-birlaridan separatorlar (10) bo‘lak ajratilgan. Separatorlar kislotaga bardoshli material — mikroporistli ebonit (mipora), mikroporistli plastmassa (miplast) va bulardan tayyorlangan separator plastinkalarni qisqa tutashshidan asraydi. VPMS va VNS akkumulatorlarida tarkibida separatorlar qo‘llanadi. Ular minplast, oyna-gazmol va viniplast qatlamlaridan tashkil topgan.

Bakning ichki qismi-ostida qovurg‘a ko‘zda tutilgan, unga plastinalar tiralib o‘rnashadi. Plastinalar ostida ma‘lum bo‘shlik hosil bo‘ladi va unda qo‘rg‘oshin cho‘kmalari yig‘ilib, ishlatib bo‘lingan cho‘kmalar ja‘mlanadi. Bak yuqori qismidan ebonit qopqoq (9) bilan berkitiladi va u akkumulatorga tashqi tomondan

suv va ifloslik kirishidan muhofazalaydi. Bak va qopqoq oralarida hosil bo'luvchi bo'shliq asbest shnur (8) bilan zichlangan va kislotali mastika bilan himoyalangan. Qopqoqning markazida teshik ko'zda tutilgan-undan akkumulatorga elektrolit quyiladi. Teshik probka (7) bilan berkitiladi, ventilatsiya kanali akkumulatorlarda hosil bo'luvchi gazlarni chiqarib turadi. Elektrolit chayqalib chiqib ketmasligi uchun plastmassadan yasalgan to'r joylashtirilgan. Ventilatsion trubka labirintga ega.

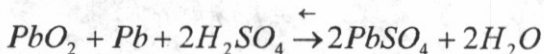
Ishlash tamoyili. Kislotali akkumulatorlarda elektrolidlar bo'lib aktiv masa bilan qoplangan qo'rg'oshinli plastinalar hisoblanadi. Aktiv massa xizmatini qo'rg'oshinning ikkilangan zangi PbO_2 bajaradi (musbat plastina), manfiy plastina sifatida Pb xizmat qiladi. Elektrolit 25-34%li oltin-gugurt kislotasi H_2SO_4 eritmasidan iborat.

Musbat plastinalar (elektrodlar) sof qo'rg'oshindan qovurg'ali yuzaga yoki to'rga ega qilib qo'yiladi to'rga poroshogi yoki qo'rg'oshin zangidan yasalgan pasta joylashtiriladi. So'ngra plastinalarga elektr kimyo yo'li bilan ishlov beriladi. Natijada, PbO_2 jigarang ko'rinishga ega bo'ladi.

Manfiy plastinalar qo'rg'oshin va surma qotishmalaridan to'r shaklida yasalgan. To'r yacheyskalarga qo'rg'oshinning ikkilangan zanchi PbO_2 ning pemza, oyna poroshogi, qora kuya va boshqa aralashmalari bilan aralashgani joylashtiriladi. Elektr kimyo ishlovi berilgan PbO_2 sof qo'rg'oshinga aylanadi.

Manfiy plastinalar kulrang rangga ega. Shu ko'rinishda akkumulator elektr energiya manbaiga aylanadi va unga iste'molchilar ulanganda, ya'ni razryad bo'lganda u o'z energiyasini uzata boshlaydi. Zaryad bo'lganda akkumulator tashqi tok manbaiga ulanadi va elektr energiyasi akkumulatorlarda kimyoviy energiyaga aylanadi.

Zaryad va razryad natijasida elektrkimyo reaksiyasi quyidagi formula bilan ifodalanadi:



←

Tenglamadagi → ishorasi elektrkimyo reaksiyasining qaytariluv xususiyatiga egaligini ko'rsatadi.

Akkumulatorning asosiy parametrlari quyidagilardan iborat:

Elektr yurituvchi kuch. (EYUK). Akkumulatorning elektr yurituvchi kuchi deb tashqi zanjir ochiq holatida uning boshmoqlarida hosil bo'luvchi potentsiallar farqiga aytiladi. Elektrolit EYUK i, asosan elektrolitning zichligiga bog'liq.

Zichlik 1300 dan 1050 kg/m³ gacha o'zgaradi, bunda EYUK 2.15 dan 1.89 V gacha o'zgarishi mumkin.

Kuchlanish. Kuchlanish deb akkumulator tashqi iste'molchiga yuklangan holatdagi musbat va manfiy plastinalar potentsiallari farqiga aytiladi. Akkumulator boshmoqlaridagi kuchlanishni qo'yidagi formulalardan aniqlash mumkin:

$$\text{- razryad davrida } U = E - I_{\text{r}} - E_n;$$

$$\text{- zaryad davrida } U = E - I_{\text{r}} - E_n,$$

bunda, r_{v} -akkumulator ichki qarshiligi, u elektrodlar konstruksiyasi, aktiv massaninig holati, elektrolitning harorati va zichligiga bog'liq;

E - elektr yurituvchi kuch;

E_n -polyarizatsiya EYUK yoki elektr toki o'tganda elektroliz potentsiallari o'zgarishi;

I - tok kuchi.

Kislotali akkumulator EYUK i quyidagi formuladan aniqlanishi mumkin:

$$E = 0,85 + \rho \quad (2.20)$$

bunda, ρ - elektrolit zichligi, g/sm³.

Kislotali akkumulatorlarning nominal kuchlanishlari $U_n=2B$, zaryad kuchlanishining eng katta qiymati U_z katta = 2,6...2,7 B; kuchlanishning razryad vaqtidagi zng kichik qiymati U_p . kich.=1.8B

Sig'im va berish koeffitsiyenti. Amper-soatda o'lchanuvchi elektr sonini beruvchi zaryadlangan akkumulator razryad vaqtida to ruxsat etiluvchi kuchlanishgacha kamayguncha ishlashi *sig'im* deb yuritiladi. Agar razryad o'zgarmas tok qiymatida olib borilsa sig'imni qiyidagi formuladan aniqlashimiz mumkin:

$$Q = I_r \cdot t_r$$

bunda, I_r - razryad toki; t_r - razryad vaqti;

Sig'im musbat plastinalar umumiy yuzalari, aktiv massa qiymati, elektrolit zichligi, harorati va soni hamda razryad toktga bog'liq.

Akkumulatorning sig'im bo'yicha berish koeffitsiyenti deganda razryad vaqtidagi sig'im Q_r ning zaryad vaqtidagi sig'im Q_z ga nisbat tushiniladi

2.7.2. Ishqorli akkumulatorlar

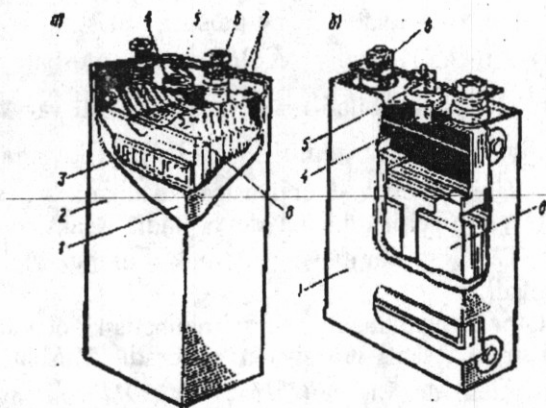
Ishqorli akkumulator ikki xil bo'ladi: nikel-temirli (TNJ-250, TNJ-350) va nikel-kadmiyli (9156, 33/6. yoki 13X3 - 13K, 375N).

Ishqorli akkumulator po'lat korpusdan iborat bo'lib, rezinali g'ilof ichiga kiygizilan. 2.30-rasmda nikel - temirli (a) va nikel - kadmiyli (b) akkumulatorlar ko'rsatilgan.

Po'lat korpus (1) da nikel-temir akkumulatorining musbat (8) va manfiy (3) yarim bloklar plastinalari joylashgan. Manfiy plastinalar soni musbatliliga qaraganda bitta ortiq. Chekka tamondagi plastinala manfiy plastinalardir.

Plastnalar nikellangan po'lat lentalaridan yasalgan. Ularning ko'rinishi qutichalar (lamellar)ni eslatadi, ular ichiga aktiv massa joylashtiriladi.

Musbat plastinalar aktiv massasi gidrat nikel zangi. Unga 16-18 % da qo'shimcha bariy zangi ishlash muddatini oshirishga qo'shilgan.



2.30-rasm. Nikel-temirli (a) va nikel-kadmiyli (b) akkumulatorlar.

Manfiy plastinalar aktiv massasi poroshokli temir va uning zangi (unga ozgina oltingugurt kislotali nikel va oltingugurtli temir

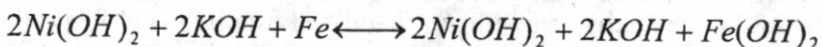
qo'shilgan). Plastinalar bir-birlaridan ebonitli sterjenlar (7) bilan ajralganlar. Chekkadagi manfiy plastinalar elektrik jihatdan akkumulator korpusiga ulangan.

Qopqoqda teshiklardan shtirlar o'tkazilan va ular musbat va manfiy plastinalarning yarimblok sterjenlari bilan ulangan. Bu akkumulatorlarda ham qopqoqning o'rtasiga teshik o'yilib, undan elektrolit quyiladi.

Ishqorli akkumulatorning po'lat korpusi rezinali g'ilof (2) da izolatsiyalash uchun joylashgan. Akkumulatorning ishlash tamoyili quyidagicha.

Musbat plastinalarning aktiv massasi nikel gidrat okisi $Ni(OH)_3$ dan iborat, manfiy plastinalarning esa temir Fe (nikel-temirli akkumulatorlar) yoki kadmiy Cd va temir Fe (nikel-kadmiyli akkumulatorlar) dan tashkil topgan. Elektrolit sifatida 20%li KOH yoki natriy $NaOH$ qo'llanadi. Ishlash muddatini oshirish maqsadida elektrolitga litiy monogidrat $LiOH$ qo'shiladi.

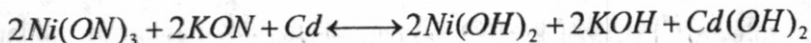
Razryad va vaqtidagi nikel-temirli akkumulatorlardagi kimyoviy reaksiya qo'yidagicha kechadi:



Akkumulator razradlanganda musbat plastinalar nikelning gidrat okisi $Ni(OH)_3$ kaliy KOH ning musbat va manfiy zaryadlangan zarrachalar bilan reaksiyaga kirishadi va $Ni(OH)_2$ ga o'tadi. Manfiy plastinalar temiri $Fe(OH)_2$ ga aylanadi. Bunda kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi va elektrodlar orasida elektr yurituvchi kuch paydo bo'ladi. Reaksiya jarayonida elektrolit $2KOH$ sarflanmaydi, demak, uning zichli deyarli o'zgarmay qoladi.

Akkumulator zaryadlangan tashqi manbadan kelayotgan elektr energiyasi ta'sirida teskari reaksiya ro'y beradi. Musbat plastinalar aktiv massasi achiydi va $Ni(OH)_2$ $Ni(OH)_3$ ga aylanadi va manfiy plastinalar aktiv massasi temir hosil bo'lishi bilan qayta tiklinadi.

Nikel-kadmiyli akkumulatorlarda ham shu kabi jarayon:



ishqorli akkumulatorlarning ko'rsatgich parametrlari quydagicha: nominal kuchlanish $U_n = 1,3B$, zaryadning eng katta qiymatli kuchlanishi $U_{3m6} = 1,8B$, eng kichik kuchlanishi $U_{pnu} = 1B$, $\eta = 65 \div 70\%$.

2.7.3. Kislotali va ishqorli akkumulatorlarning qiyosiy tahlili

Ishqorli akkumulatorlar kislotalarga qaraganda birqancha afzalliklarga ega. Bular quyidagilardan iborat.

Mexanik jihatdan yuksak chidamlilik (akkumulator uchun vibratsiya, siltash, zarbalar xavfli emas) va massa birligiga kichik solishtirma energiya to'g'ri kelishi. Hozirgi zamon ishqorli akkumulatorlari uchun bu qiymat $20 - 25 Vt^{soat}/kg$ ni tashkil qiladi (kislotali akkumulatorlarda bu raqam pansirlilarda $13 - 20 Vt^{soat}/kg$ ga teng, yuzaliklarda $8 - 11 Vt^{soat}/kg$ ga teng):

1. Ishqorli akkumulatorlar uzoq muddat yarim zaryadlangan, hatto butunlay razryadlangan holda turib qolishi mumkin. Bunday hol kislotali akkumulatorlarda mutlaqo bo'lmaydi.

2. Ishqorli akkumulatorlar past harakatda ham ishdan chiqmaydi. Ularda o'tayuklanish qobiliyati yuqori hisoblanadi, boshqacha aytganda ular razryad va zaryadlarda ham katta toklarda ishlayveradi. Qisqa muddatli qisqa tutashish va chuqur razryadlar, shuningdek, uzluksiz perezaryad akkuulyatori ishdan chiqara olmaydilar. Ularning sig'imi razryad to'viga deyarli bog'liq emas. Ishlash muddati va saqlash vaqt muddati yuqori. Ishlab chiqaruvchi zavodlar VPMS-400, X-GO-50 va boshqa akkumulatorlarning normal ishlashga 12 oy bilan kafolatlaydi. TNJ-250 va VNJ-350 turidagi akkumulatorlar uchun kafolat 42 oyga teng. Amalda ishqorli akkumulatorlar kislotalilarga qaraganda 3-4 marotaba ko'p xizmat qiladi.

3. Zanjiri uzib qo'yilgan ishqorli akkumulatorlarda o'z-o'zidan razryadlanish juda kam (9 oydan so'ng ular atigi 20% sig'imini yo'qotadi). Kislotali akkumulatorlarda o'z-o'zini razryadlash natijasida bir oy mobaynida 15-21% sig'im yo'qotiladi.

4. Eksploatatsiya davrida ishqorli akkumulatorlar zararli gazlar chiqarmaydi, kislotalilarda esa bunday ahvol muntazam ro'y berib turadi.

Aytib o'tilganlar bir qatorda ishqorli akkumulatorlarning kamchiliklarini ham qayd qilib o'tamiz. Ishqorli akkumulator razryadi vaqtida kuchlanish qiymati juda kichik (deyarli 40%). Shunga ko'ra bir xil kuchlanish olishlik uchun ishqorli akkumulatorlar batareyasi kislotalilarnikiga qaraganda ko'proq. Masalan, 50V kuchlanish olishlik uchun kislotali akkumulatorlarda 26 ta batareya o'rnatilsa ishqorlilarnikida 40 ta talab etiladi.

Ishqorli akkumulatorlarning ichki qarshiligi kislotali akkumulatorlarnikiga qaraganda ancha katta, demak uning kuchlanishi kata toklarda tez "o'tirib" qoladi. Shunga ko'ra, ularni starterli akkumulatorlar sifatida qo'llanilmaydi. Ishqorli akkumulatorlarning foydali ish koeffitsiyenti (energiya bo'yicha) 47-50 %, berish koeffitsiyenti 65-70 % bo'lsa, kislotali akkumulatorlarda bu qiymatlar tegishli tartib bo'yicha 75-80 % va 85-90 %.

Kislotali akkumulatorlar qisqa muddatda tok bo'yicha katta o'ta yuklanish qobiliyatiga egalar. Shu bois ular starterli akkumulatorlar sifatida keng tarqalishga ega.

Shunday qilib vagon elektr iste'molchilarini ta'minlash uchun ishqorli akkumulatorlarni qo'llashlik maqsadga muvofiq ekan.

2.7.4. Akkumulatorlar batareyalarini montaj qilish

Akkumulator batareyalari maxsus yashiklarda vagon kuzovi ostiga osib o'rnatiladi. Yo'lovchi tashuvchi vagonlarda ikkitadan vagon osti akkumulator yashiklari o'rnatilgan. Ular po'latdan yasali kislotaga bardoshli bo'yoq bilan bo'yalgan. Yashik akkumulator batareyalarini nazorat qilish, almashtirish uchun qulaylik yaratuvchi qurilmaga ega. Kislotali akkumulatorlar vagon ostiga yashiklarga bir qator qilib o'rnatiladi. Bo'ylama siljishlari saqlanish uchun yog'och doskalar bilan qotirib qo'yilgan. Ko'ndalang siljishlardan saqlanish uchun yog'och tirgaklardan foydalanilgan.

Batareya izolatsiyasi qarshiligini oshirish va siljish toki qiymatini kamaytirish maqsadida akumulyatorlar izolyatorlarga o'rnatiladi.

Akkumulatorlar zaryad vaqtida vodorod va kislorod ajratib chiqaradilar. Ular ma'lum bir sharoitda portlashga moil aralashma (gaz) hosil qiladilar. Havo tarkibida uning miqdori 9 %dan ortsa

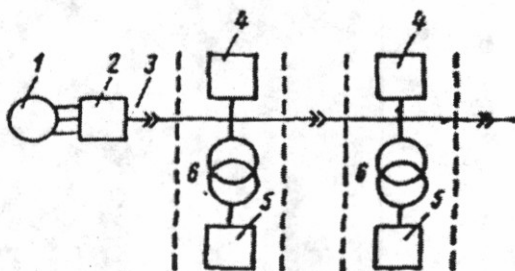
portlash xavfi kuchayadi. Vagon osti akkumulator yashiklari ventilyatsiya qurilmalari bilan jihozlangan bo'lib, ular jalyuzlar orqali shamolatish ishlarini bajaradi. Kislotali batareyalarda 26 ta akkumulatorning eng katta zaryadli toki bo'lib, 60 A va hajm $90-100 \text{ m}^3/\text{soat}$ bo'ladi. Havosi konditsionlanuvchi vagonlarda havo almashuvini kuchaytirish maqsadida akkumulator zaryadlangan vaqtida majburiy ventilyatsiya ko'zda tutilgan. U ikkita elektroventilator yordamida bajarilib, motorgenerator ishga tushirilayotganda ulanadi.

III bob. STATIK VA ELEKTR MASHINALI O'ZGARTGICHLAR

3.1. Yo'lovchi tashuvchi vagonlar elektr iste'molchilari uchun chastota o'zgartgichlari

3.1.1. Elektr ta'minoti tizimi

Teplovoz tortuvida vagonlarni markazlashgan elektr ta'minoti teplovozdagi harakatga keluvchi yuqori kuchlanishli maxsus ko'p fazali sinxron generator (1) (3.1-rasm)dan amalga oshiriladi.



3.1-rasm. Teplovoz tortuviga ega vagon elektr ta'minotining funksional sxemasi.

Generator ishlab chiqarayotgan tok chastotasi teplovoz dizeli ish rejimiga bog'liq bo'lib, uning aylanish tezligiga to'g'ri mutanoslikda o'zgaradi. Shunga ko'ra, teplovozlarda sinxron generatoridan tashqari chastota o'zgartgich (2) ni o'rnatish zarur. U ko'p fazali o'zgaruvchan tokni bir fazali mo'tadil chastotaga aylantirish uchun xizmat qiladi. Mo'tadil bo'lmagan chastotali tok ishlab chiqarayotgan sinxron generatoriga vagon elektr iste'molchilarini to'g'ridan-to'g'ri ulab bo'lmaydi, chunki bu hol rels elektr zanjirlari ishiga katta xalaqit berishi mumkin.

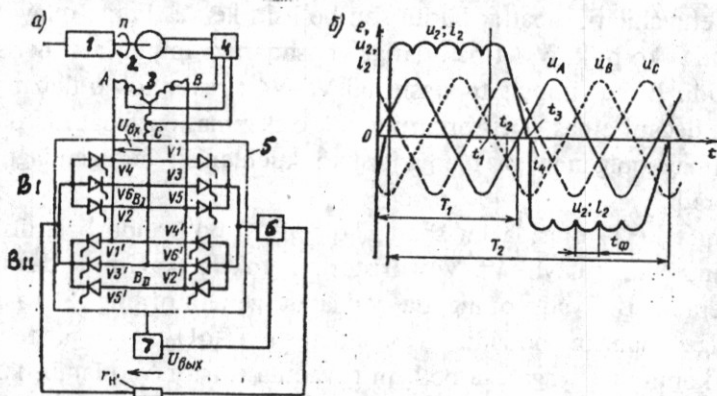
Chastota o'zgartgich (2) dan poyezd magistrali (3) orqali bitta simli yuqori kuchlanishli manba bilan vagon elektr ta'minotchilari

(4) birlashgan. Post kuchlanishli vagon iste'molchilari (5) poyezd magistrali (3) ga har bir vagonida o'rnatilgan transformator (6) lar orqali ulangan.

3.1.2 Chastota o'zgartich

Agar sinxron generatorining eng kichik qiymatga ega chastotasi poyezdning magistrali kuchlanishi chastotasiga qaraganda birnecha marotaba katta bo'lsa ($f_1 / f_2 = 8-10$), unda chastota o'zgartgichning o'zaro to'g'ri aloqali turi (NPCh) qo'llanishi maqsadga muvofiqdir. Bunday o'zgartgichlar boshqa o'zgartgichlarga nisbatan kam vazn va o'lchamlarga ega. Yuqori kuchlanishli NPCh o'zgartgichlar yo'lovchilar vagoni markazlashgan elektr ta'minotida qo'llab, teplovozning bir fazali 3000 V mu'tadil qo'chlanishga va $16 \frac{2}{3}$ Gts li chastotaga ega elektr

ta'minlovchidan markazlashgan tizim bo'yicha energiya oluvchi yo'lovchilar tashuvchi vagonlarga mo'ljallangan. NPCh yuqori kuchlanishli o'zgartgichlar Tallinn elektrotexnik zavodi tomonidan ishlab chiqilgan. Bunday teplovozlarda generatorning yakor cho'lg'ami (3) faza va chastota o'zgartgichi (5) ga (3.2 a-rasm) ulangan. Rotor (2) bosh dizel (1) da harakatlanadi.



3.2-rasm. NPCh o'zgartgichiga ega elektr ta'minotining tamoiliy sxemasining prinsipial sxemasi.

Generator kuchlanishi ham, V_{vix} kuchlanishi ham poyezd elektr magistrali kuchlanish regulatori orqali mo'tadillashtiriladi.

O'zgartgich (5) ikkita uch fazali ko'priksimon sxemaga ega qarama-qarshi ulangan tiristorli to'g'rilagichlarda yig'ilgan. To'g'rilagichlarga chastotasi f_1 o'zgaruchi kuchlanish beriladi. O'zgartgichning boshqarish bloki (7) galma-gal to'g'rilagichlar V_I va V_{II} ni ulab turadi. Bunda chiqish chastotasi f_2 const, vaqt siljishi $0,5 T_2$ ga teng. Natijada, yuklamaga chastotasi mo'tadil f_2 li kuchlanish berilgan bo'ladi. Chastotaning qiymati V_I va V_{II} larni boshqarish chastotasi bilan belgilanadi. Chiqish chastotasining musbat yarim davrida V_I ning tiristorlariga qisqa muddatli ochuvchi impulslar beriladi va ular tok o'tkaza boshlaydi. Bunda, V_{II} tiristorlari yopiq holda bo'ladi; manfiy davrda V_{II} tiristorlari ochiladi va V_I ning tiristorlari berqiladi.

Musbat va manfiy chiqish kuchlanishining yarim davrlari faza kuchlanishlari U_A , U_B , U_C ning elementar kesmalaridan hosil bo'ladi. Har bir kismining mavjud davri $t_{q1}/6 T_1$ ga teng.

3.2 b-rasmda misol tariqasida shunga o'xshash bo'lak ko'rsatilgan bo'lib, kuchlanishning har bir yarim to'liqinida oltita bo'lak keltirilgan. Umuman olganda, bu bo'laklar soni istalgancha bo'lishi mumkin. U kirish va chiqish qismlar chastotalari munosabatlari bilan aniqlanadi.

Yarim to'liqlarni tashkil etuvchi kuchlanishning elementar tashkil etuvchilari, albatta, butun son bo'lishi kerak. Faraz qilaylik, t_1 vaqtda ko'prik V_I tiristorlariga boshqaruv impulsleri berish to'xtatildi. Biroq, impuls to'xtashi bu V_5 - V_4 tiristor tok o'tkazmay qo'yadi degani emas. Tiristorlarning tok o'tkazmasligi faqat ulardan tok o'tmay qolganda va ularga teskari kuchlanish berilgandagina ro'y beradi.

Vaqt $t_1 < t < t_2$ orasida bu shart $i_{v1}q_1 i_{v2}q_2 > 0$ bo'lganda bajarilishi mumkin. Shu tufayli V_5 - V_4 tiristorlari tok o'tkazishni davom ettiraveradi. Bu vaqt oralig'ida yuklama generatorning S va A fazalariga ulangan bo'ladi va kuchlanish $U_2 q U_0 Q U_A$ ga teng. Tabiiy kommutatsiyaga ega bo'lgan t_2 vaqtda tiristor V_2 ulanib, faza V ga ulanish yuz bermaydi, chunki V_I ko'prik tiristorlariga boshqaruv impulsleri berish to'xtatiladi va kuchlanish U_2 va i_2 bir

tekis kamayaveradilar. Shundan so'ng tiristorlar V4-V5 ga manfiy kuchlanish berilgach, ular tok o'tkazishni to'xtatadilar.

Bitta ko'priknig tiristorlar juftligi uzilgach, boshqa ko'priknig tiristorlarini ulashga ruxsat beriladi. Boshqa ko'priknig tiristorining tasodifan ulanib qolishi sinxron generatorini qisqa tugalishiga olib keladi. V_1 va V_{11} boshqariluvchi to'g'rilagichlarning bir vaqtda ishlashining oldini olish uchun, V_{11} to'g'rilagich tiristorlarini boshqarish bloki (7) orqali t_{t4} da, qachonki tok t_2 vaqtda nolgacha pasayganda va V4-V5 ga beriladigan teskari kuchlanish vaqti tiklanish vaqtidan ko'p bo'lsa, bu on datchik (6) tomonidan qayd etiladi. Uning signali bo'yicha boshqaruv bloki (7) dan $\Delta t = t_4 - t_3$ vaqtdan so'ng V_{11} to'g'rilagich tiristorlari ishlashi uchun signal keladi.

NPCh o'zgartgichini chiqish qismidagi, kuchlanish shakli 0,5 T_2 yarim davr ichida bir qancha elementar bo'lak kesimlardan yig'iladi. Shuning uchun chiqish kuchlanishning butun davr ichidagi o'zgarishini diskret qatori sonlardan iborat deyishimiz mumkin:

$$T_2 = T_1 (3z+m)/3z, \quad (3.1)$$

bunda, z -sinxron generatori uch fazali cho'lg'amlari soni (odatda u 1 yoki 2 ta bo'ladi); $(3z+m) \cdot 0.5 T_2$ yarim davrda chiqish kuchlanishi grafigidagi elementar bo'laklar soni ($m \in 1.2.3 \dots$).

V_1 va V_{11} ko'priklari boshqaruv bloki (7) orqali f_2 chastotada T_1 ning o'zgarishi ro'y berishi tufayli faza kuchlanish elementar bo'laklari soni o'zgarishi mumkin. $(3z+m)$ faqat butun son bo'lishi tufayli T_2 ni o'zgarimas qilib ushlab turish mumkin emas va, natijada, chiqish qismidagi chastotali mo'tadillashda xatoliklar ro'y beradi. Odatda, f_2 ning nominal qiymatdan $f_2 \pm 2\%$ ga og'ishi ruxsat etiladi.

Vagonlar markazlashgan elektr ta'minoti qurilmalarini loyihalashda dastlabki beriladigan qiymatlar sifatida chiqish chastotasi f_2 , mo'tadillash aniqligi $\pm \Delta\%$ (u SSB qurilmalarining ishlash puxtaligidan aniqlanadi); f_2 va $\Delta\%$ lar ma'lum bo'lgach,

sinxron generatori chastotasining minimal qiymati $f_{\min}$ aniqlanadi. Generator chastotasining bu qiymatida $\pm\Delta\%$ yetarli ruxsat etiluvchi miqdorda bo'lishi kerak:

$$f_{\min}=1,67 f_2/(z\Delta) \quad (3.2)$$

Masalan, GS-504 generatori ikkita uch fazali cho'lg'amlar ($z=2$) ga ega. Ular Germaniyada teplovozlarga o'rnatilgan bo'lib,

NPCh ning chiqish qismidagi chastota $f_2=16\frac{2}{3}$ Gts ga teng.

Chastotaning eng kichik qiymati $f_{\min} \approx 67$ Gs. SSB qurilmasiga xalaqit beruvchi darajada faqat chiqish chastotasini mo'tadillash aniqligi bilan emas, balki chiqish kuchlanishi va toki garmonik tarkibi bilan ham aniqlanadi. Agarda o'zgartgichning chiqish qismidagi kuchlanish shakli to'g'ri burchakka yaqin deb faraz qilsak, unda kuchlanishning Fure qatoriga ajratilgan ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$U = \frac{4\sqrt{6}z \cdot U_{kir}}{\pi^2} \left(\sin \omega_2 t + \frac{1}{3} \sin 3\omega_2 t + \frac{1}{5} \sin 5\omega_2 t \dots \right) \quad (3.3)$$

Kuchlanish va tok garmonikalari chastotasi f_k generator aylanish tezligi qiymatiga mutanosib ravishda o'zgaradi.

$$f_k = k f,$$

bunda k - garmonika tartibi.

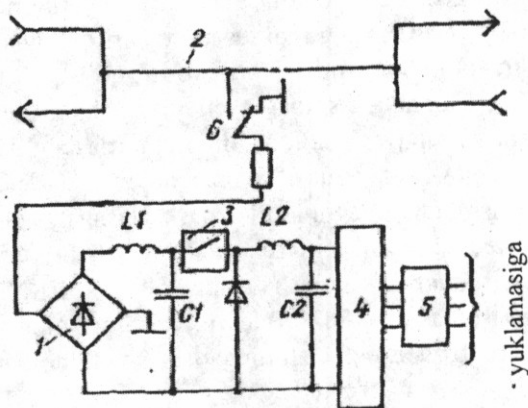
Agar o'zgartgichning chiqish qismidagi musbat va manfiy yarim davrlar generator faza kuchlanishi ayrim bo'laklaridan tashkil topgan bo'lsa va f_1 chiqish qismidagi chastota f_2 f_1 ga nisbatan butun karra bo'lmasa, unda subgarmonik tebranishlar paydo bo'ladi. Subgarmonikalar chastotasi cheksiz qator hosil qiladi, binobarin, tok tarkibida o'zgarmas tashkil etuvchi paydo bo'lishi mumkin. Bunda magnit tizimining to'yinishi yuz beradi hamda transformator va motorlarning ishlashi og'irlashadi. Garmonik

tarkibini yaxshilash uchun, ayniqsa, subgarmonikalarni yo'qotish maqsadida, NPCh ning maxsus sxemalari qo'llanadi.

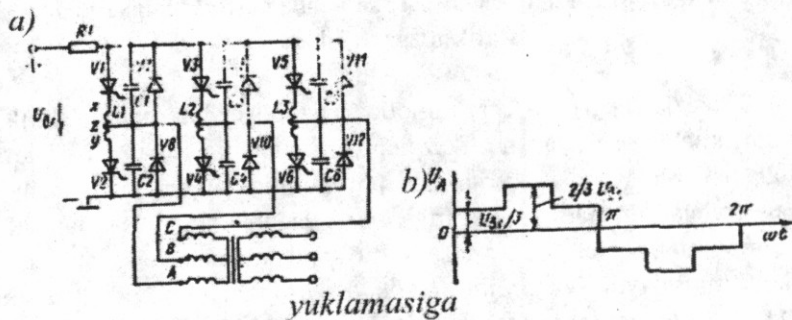
Ilgari ta'kidlangandek, NPCh ni qo'llash shu vaqtda o'zini oqlaydiki, kirish qismdagi chastota bilan chiqish qismdagi kuchlanish oralarida ma'lum bir miqdorda bog'liqlik paydo bo'lsa. Bunga teplovozga yuqori chastotali maxsus generator o'rnatish bilan erishiladi. Vagonlarni markazlashgan elektr ta'minotida elektrovozning o'zgarmas tok va 50 Gs li bir fazali o'zgaruvchan tok uchastkalarida chiqish qismi 50 Gs li NPCh ni qo'llash mumkin emas, chunki elektr ta'minotining ishlash tamoili sharoitlari o'zgartgich ishining ishlash tamoiliga qarama-qarshi bo'ladi.

3.2. Vagon past kuchlanishli iste'molchilarini ta'minlash uchun statik o'zgartgichlar

Markazlashgan elektr ta'minotiga ega poyezdlar uchun statik, yuqori kuchlanishli yarim o'tkazgich o'zgartgichlar ishlab chiqilgan. Ular har bir vagonga o'rnatilib, poyezdning yuqori kuchlanishli magistraliga ulanadi. O'zgartgichlar vagon past kuchlanishli iste'molchilarni uch va bir fazali mo'tadil kuchlanish va chastota bilan ta'minlaydi. Vagonning statik o'zgartgichi tamoiliy jihatdan olganda quyidagi tamoiliy bloklarga ega bo'lishi kerak: to'g'rilagich (u to'g'ridan-to'g'ri poyezdning yuqori kuchlanish magistrali bilan bog'langan va elektr magistrali o'zgaruvchan tokida qo'llanadi), invertor (u o'zgarmas tokni ko'p fazali (asosan uch fazali) mu'tadil o'zgaruvchan tokka aylantiradi), mo'tadillagich (u past kuchlanishli iste'molchilarning kuchlanishlarini bir me'yorda ushlab turadi), uch fazali transformator (u invertorning kuchlanishini kerakli qiymatgacha pasaytiradi, aksariyat 380/220 V gacha).



3.3-rasm. Yuqori kuchlanishli statik o'zgartgichning tamoyiliy sxemasi.



3.4-rasm. Avtonom uch fazali invertorning tamoyiliy sxemasi (a) va chiqish kuchlanishining o'zgarish shakli (b).

Yevropa andozalariga mos keluvchi vagonning yuqori kuchlanishli statik o'zgartkichi sxemasi 3.3-rasmda keltirilgan. O'zgartgich ko'priksimon to'g'rilagich (1), impuls regulatori-stabilizator (3) (uning kirish va chiqishi qismlariga L1-C1 va L2-C2 filtrlar o'rnatilgan) va uch fazali avtonom inverter (4) lardan iborat. To'g'rilagich kirish qismi kommutatsion apparat yordamida yuqori kuchlanish magistrali (2) ga ulangan. Invertorda o'zgarman tok kuchlanishi uch fazali simmetrik kuchlanishga aylanadi va transformator (5) dan o'tib, vagon yuklamasiga uzatiladi.

O'zgartgichning nominal quvvati 31 kVt ga teng. Bu quvvat biroz zaxira bilan tanlangan bo'lib, qo'shni vagonlar o'zgartgichlari ishdan chiqqanda ular is'temolchilarini ham ta'minlay olishi mumkin bo'lishi ko'zda tutilgan. O'zgartgich vazni 2335 kg.

Ko'rib o'tilayotgan o'zgartgichlarning har xil sxema variantlarini tanlash inverter turini va chiqish kuchlanishining mo'tadillanish darajasi bilan aniqlanadi. Yo'lovchi tashuvchi vagonlar uchun yaratilgan elektr ta'minotiga mo'ljallangan yuqori kuchlanishli statik o'zgartgichlarda uch fazali inverterlar qo'llaniladi ega (3.4 a-rasm).

Inverter uch fazali ko'priksimon sxemaga ega bo'lib, uning elkalariga tiristorlar V1 – V6, teskari diodlar V7 – V12, kommutatsiyalovchi kondensatorlar S1 – S6 va drossel L1 – L3 lar ulangan. Inverter kirish qismiga dempferlovchi rezistor R1 ulangan. Har bir tiristor tokni chastotaning birinchi yarim davrida (3.4 b-rasm) o'tkazadi. Tiristorlar kommutatsiyasi har bir davrning 1/6 qismida bo'lib o'tadi. Ish intervalida uchta tiristor ishlaydi, binobarin, bitta – anodaviy (yoki katodaviy) va ikkita katodaviy (yoki anodaviy) guruhlarda ishlash ro'y beradi. Natijada, chiqish qismida hosil bo'luvchi kuchlanish shakli to'rtburchaklar shaklida bo'ladi, umuman olganda, sinusoidaga yaqinlashadi (3.4 b-rasm).

O'zgartgichning $0 = \frac{\pi}{3}$ davrida ikkita tiristor – V1 va V5 lar

ulangan. Ular anod guruhiga taalluqlidirlar. Yana bitta tiristor – V4 katod guruhiga tegishlidir. Natijada, ta'minlovchi manbaga tiristorlar orqali transformatorning parallel ulangan A va S fazalari hamda ular bilan ketma-ket ulangan V fazasi yopiq zanjir hosil

qiladi. Shunday qilib, A fazasiga $U_A = \frac{1}{3}U_{vx}$ kuchlanishi berilgan

bo'ladi, $\frac{\pi}{3} - \frac{2}{3}\pi$ davrida V6 tiristori ulanadi, V5 tiristori esa

zanjirdan uziladi, boshqacha aytganda, anod guruhidagi bitta V1 tiristor ulansa, katod guruhidagi ikkita tiristor V4 va V6 ulanadi va manbaga quyidagi zanjir ulanib qolgan: transformatorning A fazali

va unga ketma-ket ulanuvchi o'zaro parallel ulangan V va S fazalari. Natijada, faza A dagi kuchlanish $U_A = \frac{2}{3}U_{ax}$ bo'ladi.

Invertorning tiristorlari quyidagicha "o'chadilar" (toksizlanadilar): $0-\pi$ oralig'ida tiristor V1 ulangan, tiristor V2 – uzilgan, kondensator S2 manba kuchlanishi U_{vx} gacha zaryadlangan. Vaqt $t = \frac{\pi}{\omega}$ bo'lganda, tiristor V2 ga boshqaruv

signali beriladi va u tok o'tkaza boshlaydi. XZ qismida drossel L da kuchlanish induksiyalanadi va bu kuchlanish tiristor V1 uchun yonuvchi hisoblanadi. Kommutatsiyalovchi drossellar L1 – L3 va kondensatorlar S1 – S6 shunday tanlanadilarki, tiristorlarga teskari kuchlanish berilganda, bu kuchlanish mavjud davri tiristor qayta tiklanish davriga teng yoki undan katta bo'lishi kerak.

Kondensatorning va induktiv S va L larning optimal qiymatlari quyidagicha aniqlanadi:

$$C = \frac{t_v I_p}{0,425 U_{kir}}; L = \frac{t_v U_{kir}}{0,425 I_p}, \quad (3.4)$$

bunda, I_p – kommutatsiya oldidan tiristordan o'tuvchi yuklama tokining eng katta qiymati;

t_v – tiristorning qayti tiklanish vaqti.

Statik o'zgartgich chiqish qismi kuchlanishini mo'tadillash quyidagicha bo'lganda katta ahamiyat kasb etadi:

1) transformator va inverter oralariga o'rnatiluvchi mo'tadillagich;

2) tiristorni invertorni keng impulsli boshqarish;

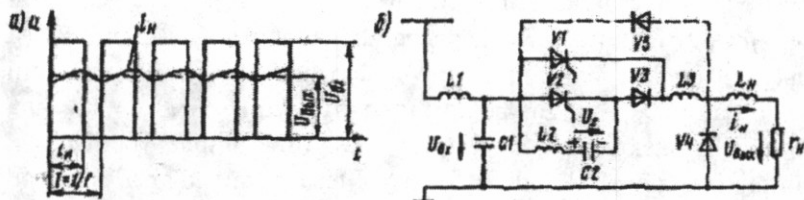
3) impulsi tiristorli regulator sifatidagi to'g'rilagich (yoki poyezd magistrali) bilan inverter orasiga ulanuvchi mo'tadillagich.

Birinchi va ikkinchi varinatlarda inverter kuchlanishi yuqori kuchlanishli poyezd magistrali bilan bog'langan. Shuning uchun uning yarim o'tkazgichli asboblarni magistralning eng katta qiymati bo'yicha qabul qilish kerak. Bu usullarning kamchiligi hisoblanadi. Uchinchi variant bu kamchiliklardan holidir. Biroq,

bunga maxsus impulsli regulator qo'llash bilan erishiladi. Mo'tadillash varianti ularni texnik-iqtisodiy hisob-kitoblari, poyezd magistrali kuchlanishi, statik o'zgartgichning va qo'llanuvchi yarimo'tkazgichli asboblari quvvati bilan aniqlanadi va tanlanadi.

Misol tariqasida impulsli tiristorli regulator ko'rinishidagi mo'tadillash variantini ko'rib o'tamiz. U invertorning kirish qismiga ulangan. Poyezd magistrali kuchlanishi U_{vx} quyidagi ko'lam $U_{vxmin} \leq U_{vx} \leq U_{vxmax}$ da o'zgaradi. Regulator bu kuchlanishni kuchlanish impulsiga aylantiradi. Impuls ma'lum vaqt t_u amplituda U_{vx} va chastota f ga ega. O'zgartgich chiqish qismidagi kuchlanishning o'rtacha qiymati $U_{vix} = \tau U_{vx}$ ($\tau = t_u/T$ - U_{vx} mavjudligining nisbiy vaqti; $T = 1/f$ - impuls paydo bo'lish davri).

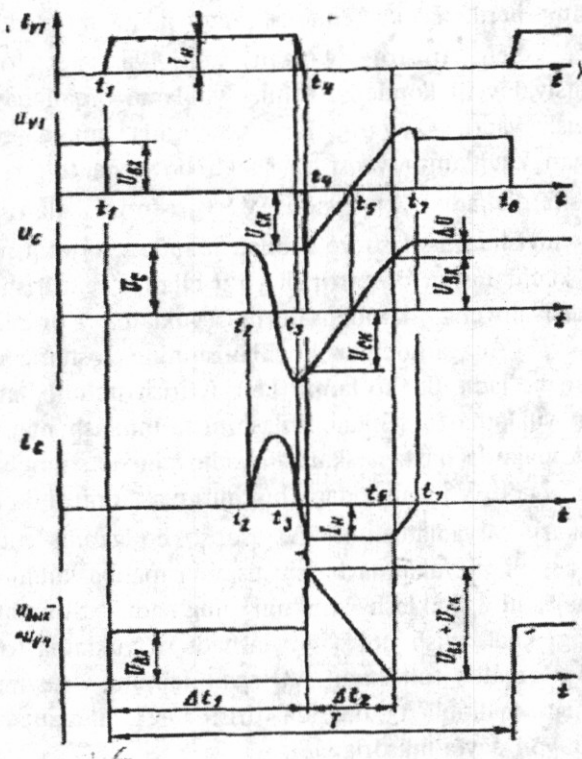
Faraz qilaylik, poyezd elektromagistrali kuchlanishi U_{vxmin} ga teng va regulator f_{const} bilan $\tau = const$ da ishlaydi. Unda $U_{vix} = U_{vxmin}$ U_{vx} ko'payganda, nisbiy davomiylik avtomatik ravishda kamayadi va kamayish kuchlanish U_x ga mutanosib ravishda kamayadi.



3.5-rasm. Tiristorli regulatorning kirish qismidagi kuchlanish diagrammasi (a) va uning tamoliy sxemasi (b).

L-S filtr yordamida impulsli regulator chiqish qismidan olinadigan impuls kuchlanishi pulslanuvchi kuchlanish U_{vx} ga aylantiriladi. Kuchlanish pulssatsiyasi filtr parametrlariga bog'liq bo'lib, $U_{vo'k}$ ning (10-15%) U_{vix} ini tashkil qiladi. Shunga ko'ra, invertorning kirish qismiga amaliy o'zgarmas tok kuchlanishi beriladi. Shu tufayli invertorning chiqish qismidagi va yuklamadagi kuchlanishni mo'tadil deb hisoblash mumkin. Invertorning yarim o'tkazgichli asboblari poyezd magistrali kuchlanishining nominal

qiymatiga qarab tanlanadi. Shundagina uning o'lchamlari va vazni kichik bo'ladi. Rele zanjiriga bo'ladigan ta'sirni kamaytirish uchun, regulatorlarda tiristorni keng impulsli boshqarish qo'llangan (bunda $T=\text{const}$, $f=\text{const}$). Buning uchun ikkita funksional tiristorda qurilgan ikkita operatsion tiristorli regulatoridan foydalanish maqsadga muvofiqdir (3.5 b-rasm). Tahlilni soddalashtirish maqsadida regulatorning aktiv-induktiv yuklamaga ishlashini ko'rib o'tamiz. Ishchi tiristor V1 ulanish davrida kommutatsiyalovchi kondensator C2 kuchlanish U_s gacha rasmda ko'rsatilgan qutblar bilan zaryadlangan. Yuklama zanjiridagi tok I_n teskari diod V4 orqali tutashadi. Ishchi tiristor V1 ning boshqaruv elektrodiga boshqaruv impulsi (t_1 onida) berilganda, u ochiladi va u orqali tok i_{v1} o'ta boshlaydi (3.6-rasm). Tokning o'sish tezligi L3 induktivligi bilan aniqlanadi. Yuklama toki $i_{v1}qI_n$ bo'lganda, tok o'tish to'xtaydi va yuklama zanjiriga U_{vx} kuchlanishi berilgan bo'ladi. V1 tiristori ulanish (3.5 b-rasm) 3.3-rasmdagi o'zgartgich (3) ning ulanishiga to'g'ri keladi. Ulangan holatining davri avtomatik tizimi bilan aniqlanadi va u yordamida $U_{vi}=\text{const}$ bo'lib turadi. Tiristor V1 ni yopish uchun maxsus kommutatsiyalash bo'g'imi qo'llangan. Bu bo'g'im V2 tiristoridan va unga parallel ulangan L-C2 konturi va ajratgich diod V3 dan iborat (u V1 ulanganda kommutatsiyalovchi kondensatorni qayta zaryadlanishdan saqlaydi). Tiristor V2 ning yordamchi elektrodiga t_2 vaqtida ochuvchi impuls berilganda, kommutatsiyalovchi kondensator qayta teskari zaryadlanadi. Zaryad zanjiri C2-L2- V2-C2 dan so'ng kuchlanish U_c teskari ishora bilan zaryadlanadi. Zaryad tugagach (t_3 vaqtida) tiristor V2 ga U_c kuchlanish berilib, u yopilib qoladi. Biroq, V1 tiristori tok o'tkazib turaveradi va tebranish konturi C2-V2-V1-L2-C2 tashkil bo'lib, undan i_s toki oqadi. Bu tok V1 tiristoridan o'tuvchi tokka teskari yo'nalgan. Shuning uchun V1 dan o'tuvchi yakuniy tok bu intervalda $i_{v1}=i_n-i_c$, ya'ni ishchi tiristori zanjiridan kommutatsiyalovchi kondensator zanjiriga yuklama toki o'zgarmas bo'lganda o'tadi. V1 tiristoridan o'tuvchi tok t_4 vaqtida nolga teng bo'lsa, bu tiristor yopiladi va unga manfiy kuchlanish U_{sk} berilgan bo'ladi. Bu kuchlanish $t_5 - t_4$ davrida nolgacha pasayadi.



3.6-rasm. Tiristorli regulatorning elementlari va zanjirlaridagi tok va kuchlanishlari diagrammalari.

Shu vaqtda S2 kondensatori yuklama zanjiri bo'ylab qayta zaryadlanadi. O'zgartgich sxemasi elementlari parametrlarini shunday tanlanadiki, yuklama tokining kichik qiymatida va ta'minotchining kichik kuchlanishida, ya'ni $t_5 - t_4$ vaqtda, tiristor VI ga manfiy ishorali kuchlanish beradigan, vaqt tiristorni yopishga ketadigan vaqtga nisbatan 1,2 – 1,4 marotaba katta bo'lishi zarur.

Shundan so'ng kommutatsiyalovchi kondensator yuklama zanjiri bo'yicha qayta teskari zaryadlanadi va uning kuchlanishi U_C chizg'iy ravishda o'sa boradi va t_7 vaqtida $U_C = U_{VX} + \Delta U$ ga teng bo'ladi.

Yuklama beriladigan kuchlanish vaqti ikkita intervaldan iborat: Δt_1 dagi ishchi tiristor ulangan vaqti va vaqt Δt_2 — bu kommutatsiyalovchi kondensatorning yuklama orqali qayta teskari zaryadlanish vaqti. O'zgartgichlar sxemasida amalda yuklamaga berilayotgan kuchlanish vaqti va shakli bo'yicha to'g'ri burchakli shakldan farqlanadi. Δt_1 vaqti V2 tiristorini ulanish vaqtini avtomatik ravishda rostlash yo'li bilan hamda Δt_2 vaqtini yuklama tokini va kuchlanishni o'zgartirish yo'li bilan o'zgartirish mumkin. Kommutatsiyalovchi kondensatorni yuklama orqali teskari zaryadlanuvchi o'zgartgichlar kuchlanishining rostlanishi ko'lamini cheklangan bo'ladi. Bu ko'lamni kengaytirish uchun hamda katta bo'lmagan yuklama toki bilan ishlashini ta'minlash maqsadida bir qancha sxemalarda qayta teskari zaryadlovchi qo'shimcha qurilma qo'llanadi. Diod V5 zanjiridagi bu qurilma konturi kondensator qayta teskari zaryadlanishini $\Delta t_{2qsopst}$ bo'lganda mu'tadillash imkonini beradi va yuklama kirish qismida manba kuchlanishi U_{vx} ning darajasini cheklash imkoni tug'iladi. Shundan so'ng yuklamadagi kuchlanish nolga tenglashadi va yuklama toki teskari diod V4 orqali tutashadi. O'zgartgichning keyingi davri boshlanishiga taalluqli t_d davrida tiristor V1 ulanadi va ko'rib o'tilgan jarayon qayta takrorlanadi.

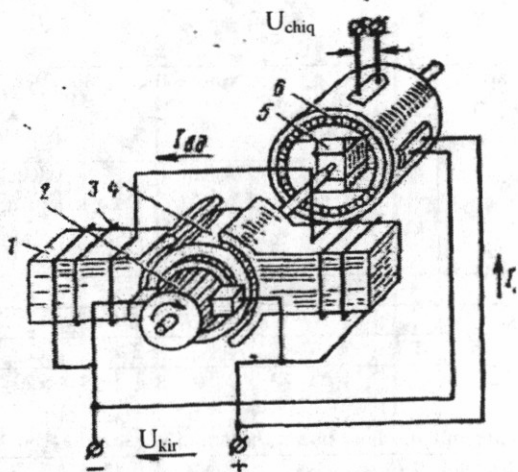
3.3. Lyuminessent lampalar, radioapparatlar va elektr ustalaralar uchun elektromashinali o'zgartgichlar

Lyuminessent lampalar, radioapparatura, harorat nazorati apparatlari refriyatorli yuritish tarkibida, elektr ustalaralar va boshqa jihozlar bir fazali o'zgaruvchan tokdan ta'minlanadilar. Shunga ko'ra, vagonlarda elektr mashinali yoki yarim o'tkazgichli o'zgarmas tok o'zgartgichlari o'zgarmas tokni o'zgaruvchan tokka aylantirish uchun xizmat qiladi.

Eng ko'p tarqalgan elektr mashinali o'zgartgichlarning texnik ko'rsatkichlari 4-jadvalda keltirilgan.

Ishlab chiqqan mamlakat	O'zgartir-gich turi	Nominial qiymatlari					
		Motor			Generator		
		Quv-vat, kVt	Kuch-lanish, V	Aylan. tezligi Ayl. dak	Quvvat kVt	Kuchla-nish, V	Tok Chas-tota-si, Gs
Luminescent lampalar							
Rossiya	PPO-400	3,3	50	3000	2	220	400
Germa-niya	FV-120	2,0	65	2550	1,2	220	425
Radioapparatlar, elektr ustara, haroratni kuzatuvchi asboblari							
Rossiya	AP0-03	0,75	50	3000	0,33	127	50
Rossiya	PO-300B	0,45	50	3000	0,19	110	50
Rossiya	PND-5	0,6	50	3000	0,9	127	50
Germa-niya	UGW-2	0,125	50	3000	0,55	220	50
Germa-niya	UGW-4	0,25	50	3000	0,7	220	50

O'zgartirgich o'zgarmas tok motori va bir fazali o'zgaruvchan tok generatoridan iborat. Ular bitta korpusga o'rnatilgan. APO-03, PO-300B, PND-5 va FV-120 turidagi mashinalarda motor yakori (4) (3.7-rasm) va generator rotori (5) umumiy valga birlashgan. O'zgarmas tok kuchlanishi U_{vx} motor yakoriga cho'tka va kollektor (2) orqali keltiriladi. Generator yakori cho'lg'ami (6) dan o'zgaruvchan tok U_{vik} olinadi. Motor qo'zg'atish cho'lg'ami (3) dan stator qutblari (1) da joylashgan va yakor cho'lg'amiga parallel ulangan. Shunga ko'ra, uyg'otish toki I_{vx} U_{vx} ga mutanosib o'zgaradi. Generator uyg'otish cho'lg'ami statorda joylashgan va o'zgarmas tok tarmog'idan ta'minlanadi. Shu tarmoqda motorning yakori va qo'zg'otish cho'lg'ami ham ulangan. Shuning uchun uyg'otish toki I_{vg} ham kuchlanish U_{vx} ga mutanosib o'zgaradi.



3.7-rasm. Elektr mashinali o'zgartgichning sxemasi.

UGW turidagi mashinalar bir yakorli o'zgartgich ko'rinishida bajarilgan. Ular umumiy yakor va uyg'otish cho'lg'amli umumiy qutblar tizimiga ega. Yakorda o'zgaras tok cho'lg'ami joylashgan va bu cho'lg'am kollektorga ulangan. Shuningdek, o'zgaruvchan tok cho'lg'ami ikkita kontaktli halqaga birlashgan.

PPO-400 turidagi o'zgartgichda uyg'otish cho'lg'amiga ega bo'lmagan induktorli generator qo'llangan. Unda magnit oqimi doimiy magnitlar yordamida hosil qilinadi. Bu o'zgaras magnitlar rotorga o'rnatilgan (alniko qotishmasidan yasalgan, koersitiv kuchi juda yuqori).

Aksariyat, o'zgartgichlar maxsus vagon osti yashiklariga tayanch plitalarda amortizatsiyasi rezinali bo'lgan qurilmalarda o'rnatilgan bo'ladi. O'zgartgichlar himoyasi eruvchi elementlarda amalga oshirilgan.

Generatorning chiqish qismidagi kuchlanish U_{vik} q $S_e F_n$, chastotasi $f = \frac{pn}{60}$ ga teng. Demak, motor aylanishi tezligi n ning

o'zgarishi o'zgaruvchan tokning chiqish qismidagi kuchlanishi va o'zgaruvchan tok chastotasini o'zgarishiga olib keladi. O'zgartgich motori aylanish tezligi n kirish qismidagi kuchlanish U_{vx} va

yuklama qarshilik momenti M_s ga bog'liq. M_s o'z navbatida generator yuklamasiga bog'liq. O'zgartgich aylanish tezligini mu'tadillash uchun bir qancha usullar mavjud.

Bir yakorli o'zgartgichlarning kamchiligi sifatida ular hosil qilgan kuchlanishni oddiy generatorlardagi kabi rostlash mumkin emasligidir. Bunga sabab, 22-o'zgartgichga berilayotgan va u hosil qilayotgan kuchlanish oralarida qattiq aloqa borligidir, shunga ko'ra, berilayotgan kuchlanishni o'zgartirmay turib, hosil qilayotgan kuchlanishni o'zgartirib bo'lmaydi.

Bir yakorli o'zgartgich ishini ko'rganda o'zgarmas va o'zgaruvchan EYUK lar $E_M = E$ ekanligini aytib o'tgan edik (bundagi E_M — halqa tomondagi EYUK ning maksimal qiymati; E — kollektor tomonidagi EYUK).

O'zgaruvchan EYUKning harakatdagi qiymati

$$E_{per} \approx E_M / \sqrt{2}. \quad (3.5)$$

Lekin, E_M q E ligini inobatga olsak,

$$E_{per} \approx E / \sqrt{2}.$$

O'zgarmas tok kuchlanishi U_v ni o'zgaruvchan kuchlanish E_{per} ga aylantiradigan bo'lsak, kollektordan qaraganda

$$U_v \approx E_{per} - I_{ya} R_{ya}, \quad (3.6)$$

bunda, E - qarshi EYUK;

I_{ya} ; R_{ya} — yakor cho'lg'aming ichki kuchlanishini pasayishi.

Xalqa tomondan qaraganda, o'zgartgich manba hisoblanib, uning tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\overline{U}_{per} = \overline{E}_{per} - \overline{I_{ya} Z_{ya}},$$

bunda, E_{per} - EYUK ning harakat qiymati;

$I_{ya} Z_{ya}$ - yakor cho'lg'aming ichki kuchlanish pasayishi.

Agar ichki kuchlanish pasayishini hisobga olmaydigan bo'lsak, ikkala tenglama quyidagicha bo'ladi:

$$U_q E, U_{per} q E_{per}.$$

$E_{per} q E / \sqrt{2}$ qiymatini oxirgi tenglamaga qo'yadigan bo'lsak,

$$U_{per} = E / \sqrt{2}.$$

Biroq, $E q U$, demak,

$$U_{per} = U / \sqrt{2} = 0,707U, \quad (3.7.)$$

Bu tenglik shuni ko'rsatadiki, o'zgartirilgan o'zgaruvchan tok kuchlanishi o'zgartgichga keltirilgan o'zgarvas tok kuchlanishi qiymatidan kichik. Undan tashqari, kuchlanishlar orasida qattiq bog'liqlik mavjud.

Agar induktor uyg'otish cho'lg'amidagi tokni o'zgartirish mumkin bo'lsa, bu o'zgartgich aylanish tezligini o'zgarishga ($p \equiv (U - I_{ya} R_{ya}) / sF$) va, demak, o'zgaruvchan tok kuchlanishi, chastotasini o'zgarishiga sababchi bo'ladi. Biroq bunda kuchlanishi qiymati o'zgarmaydi (masalan, uyg'otish toki kamayganda induktor magnit oqimi F kamayadi, binobarin, shunga tegishli ravishda motor aylanish tezligi o'zgargani sababli chastota f ham o'zgaradi. Shuning uchun $EYUK E_{per} q4,44 fWF$ o'zgarmay qoladi).

O'zgartgichning o'zgaruvchi tok kuchlanishi qiymatini oshirish yoki kamaytirish uchun, tegishli transformatsiya koeffitsiyentiga ega bo'lgan transformator qo'llanadi.

Bir yakorli o'zgartgich toklari oralaridagi munosabatni aniqlash uchun, o'zgartgichda hosil bo'luvchi isroflarni hisobga olmaganda (ular qiymati oddiy generatordagiga qaraganda kichik) o'zgartgich qabul qilayotgan quvvat $RqUI$ ga teng bo'lib, butunlay foydali quvvatga aylanadi deb hisoblaymiz:

$$P_{per} = U_{per} I_{per} \cos \varphi. \quad (3.8)$$

Bunda, φ tok I_{per} va kuchlanish U_{per} orasidagi burchak.

Demak, RqR_{per} , yoki $UIqU_{per} I_{per} \cos \varphi$.

O'zgartgichdan samarali foydalanish uchun amalda is'temolchining $\cos \varphi$ ni 1 ga teng deb hisoblaydilar, ya'ni

$$UI = U_{per} I_{per},$$

bundan

$$I_{per} = I \frac{U}{U_{per}}.$$

Biroq $U_{per} = \frac{U}{\sqrt{2}}$ bo'lgani uchun,

$$I_{per} = UI \sqrt{2} / U,$$

yoki

$$I_{per} = \sqrt{2} I. \quad (3.10)$$

Amalda o'zgartgichda isrof ro'y berishi tufayli o'zgaruvchan tokning harakatdagi qiymati bir qancha kam bo'ladi. PPO-400 o'zgartirgich generatori (6) (3.8-rasm) o'zgaruvchan tokli, chastotasi 400 Gs li ko'rsatgichlarga ega bo'lib, luminescent lampalarini ta'minlashga mo'ljallangan. Generator chiqish qismidagi kuchlanish shaklini yaxshilash maqsadida uni yakorga parallel ravishda L1 va S4 zanjirchali filtr ulangan. Generator kuchlanishini mo'tadillash generator kuchlanishini pasayishini sig'imni kompensatsiyalash orqali bajarilgan. Bu maqsadda yakor cho'lg'ami bilan ketma-ket ravishda kondensator S3 ulangan. Motor yakori va uning asosiy uyg'otish cho'lg'ami 0V1 vagon o'zgarvas tok tarmog'idan ta'minlanadilar.

Elektr motori aylanishi tezligini avtomatik ravishda mo'tadillash SAR bo'g'ini orqali bajariladi. Bunda ikkinchi uyg'otish cho'lg'ami toki I_{v2} o'zgartiriladi, natijada, yakuniy magnit

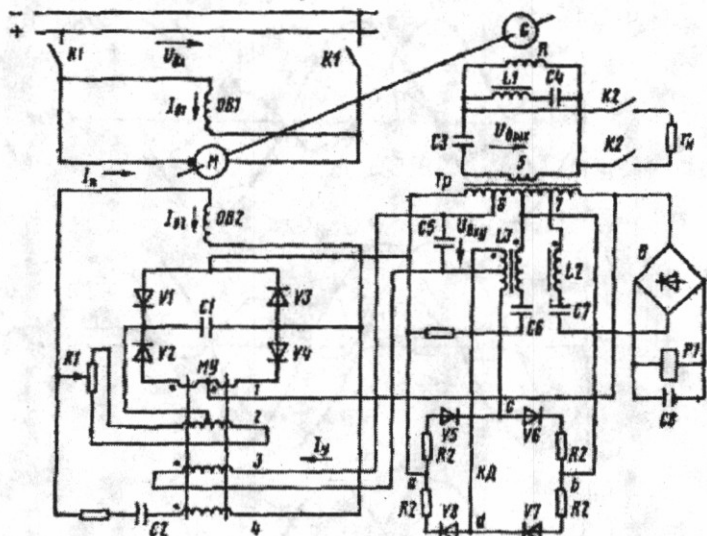
oqimi va motor aylanish tezligi o'zgaradi. SAR o'lchov organi (u generator G chiqish qismidagi kuchlanish o'zgarishini aniqlaydi), kuchaytirgich va ijrochi organlardan iborat (ular OV2 dan o'tuvchi tokni o'zgartiradi).

O'lchov organi ketma-ket ulangan L3 va S6 drossel va kondensatorlardan iborat bo'lib, u rezonans konturini tashkil qiladi. Bu zanjir transformator TR ikkilamchi cho'lg'amiga ulangan; uning birlamchi cho'lg'ami 5 ga generatorning $U_{vo'k}$ kuchlanishi beriladi. Kuchlanish chastotasi f motor aylanish tezligiga to'g'ri mutanosib. O'lchov organidan keluvchi signalni ko'priksimon sxemali (halqali demodulator) kuchaytirgichda kuchaytirish ko'zda tutiladi. U diodlar V5-V7 va rezistorlar R2 da yig'ilgan. Ko'prikning a-b diagonali transformator T_r (6) ning, s-d esa drossel (13) ga ulangan. Chulg'am (6) ning o'rtadagi boshmog'iga magnit kuchaytirgichini boshqarish cho'lg'ami (3) va silliqlovchi kondensator (3) ulangan.

SAR ning boshqaruvchi organi sifatida ham magnit kuchaytirgichi MU qo'llangan. U o'z-o'zidan to'yinuvchi bo'lib, chizish qismi o'zgarmas tokda amalga oshirilgan. U ikkita ishchi cho'lg'ami (1), chiqish cho'lg'ami (2), boshqaruv cho'lg'ami (3) va mo'tadillovchi cho'lg'amlarga ega magnit kuchaytirgichning kirish qismiga, ya'ni boshqaruv cho'lg'ami (3) ga U_{vx} kuchlanishi halqali demodulordan beriladi; uning chiqish qismiga — cho'lg'am (2) ga uyg'otish cho'lg'ami OV2 ulangan. Shuning uchun ishchi cho'lg'amlar (1) induktivligi ular o'zaklarini to'ydirilganda o'zgarsa, tegishli ravishda OV2 dagi tok va elektr motori aylanish tezligi o'zgaradi. O'zgaruvchan tok transformatorining ikkilamchi cho'lg'amlari (6) va (7) dan kuchaytirgichga uzatiladi. Kondensator S1 MU chiqish qismidagi kuchlanishni silliqlaydi.

Aylanish tezligi SAR quyidagicha ishlaydi; aylanish tezligi n o'zgarganda generator o'zgaruvchan toki chastotasi f , ya'ni U_{vix} kuchlanishining chastotasi o'zgaradi; demak, o'lchov organi rezonans zanjirining toki o'zgaradi. Rezonans zanjirining parametrlari shunday tanlanganki, nominal aylanish tezligi n_n da unda kuchlanish rezonansi hosil bo'ladi, natijada transformator (6) ning ikkilamchi cho'lg'ami zanjiridagi tok fazasi bo'yicha

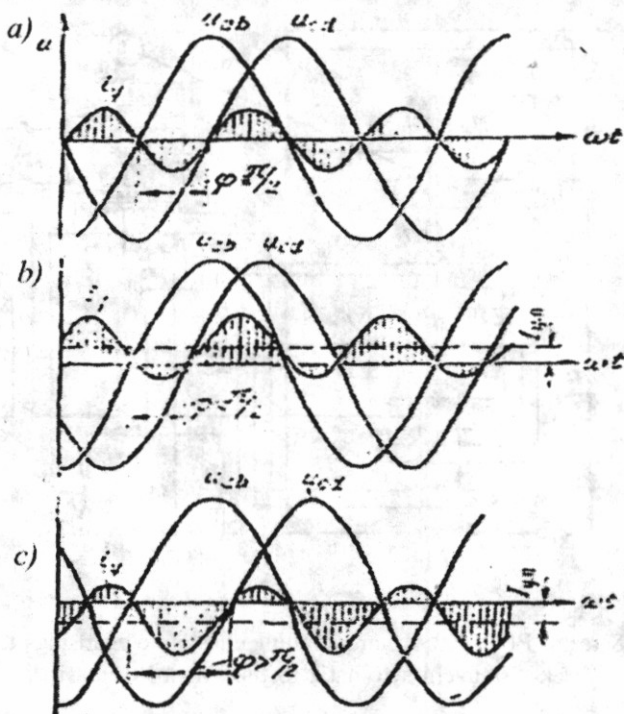
kuchlanish bilan bir xil yo'nalishga ega bo'ladi, drossel L3 va kondensator S6 dagi kuchlanish fazasi bo'yicha 90° ga yaqin burchakka surilgan bo'ladi. Bunda halqali demodulator diagonaliga ikkita kuchlanish — U_{av} va U_{sd} berilgan bo'ladi. Ular o'zaro $\varphi = 90^\circ$ ga siljigan (3.9-rasm), shunga ko'ra, MU ning boshqarish cho'lg'ami (3) ga o'zgaruvchan kuchlanish U_{vxu} berilgan bo'ladi.



3.8-rasm. PPO-400 o'zgartgichining chastota o'zgarishiga ta'sir ko'rsatuvchi avtomatik roslash tizimi sxemasi.

Tok i_u ning o'rtacha qiymati nolga teng bo'ladi va magnitli kuchaytirgich ishchi cho'lg'amlari induktiv qarshiligi shunday qiymatga ega bo'ladiki, unda chiqish cho'lg'ami (2) va motor uyg'otish cho'lg'ami OV2 dagi toklar nominal aylanish tezligiga mos keladilar. Aylanish tezligi n n_n dan ortishi bilan chastota f o'sa boradi va drossel induktiv qarshiligi ωL kondensator S6 sig'imi qarshiligidan kattalashadi. Natijada, rezonans zanjiridagi tok kuchlanishiga nisbatan orqada qola boshlaydi, burchak φ esa U_{av}

va U_{cd} orolarida, ya'ni demodulator diagonalida 90° dan kamayadi. Bunda boshqaruv cho'lg'am (3) dan ma'lum musbat tashkil etuvchiga ega o'zgaruvchan tok i_u oqadi (3.9 b-rasm). Bu esa MU ning o'zagini to'yintirishga sababchi bo'ladi va bu to'yinish shunday kechadiki, natijada, ishchi cho'lg'amlari (1) induktiv qarshiligi kamayadi, chiqish cho'lg'ami (2) ning hamda elektr motori qo'zg'otish cho'lg'ami OV2 toklari ortadi. Shuning uchun elektr motori magnit oqimi kuchayib, aylanish tezligi n kamayadi.



3.9-rasm. PPO-400 o'zgartgichi SAR elementlari toklari va kuchlanish grafiklari.

$n > n_{nom}$ bo'lsa, chastota f va rezonans zanjirining sig'imiyligini qarshiligi induktiv qarshilikdan ortib ketadi. Bunda U_{av} va U_{cd} kuchlanishlari oralaridagi burchak φ 90° dan oshib ketadi va boshqaruv cho'lg'ami (3) dan o'zgaruvchan tok i_u (ozgina

o'zgaras tashkil etuvchi I_{up} toki bilan) oqa boshlaydi. (3.9 v-rasm). Natijada, magnit kuchaytirgichi ishchi cho'lg'amlari 1 ning induktiv qarshiligi kuchayadi va chiqish cho'lg'am (2) va elektr motori uyg'otish cho'lg'ami OV2 dan oquvchi tok kamayadi. Shunga ko'ra, motor magnit oqimi ham kamayib, aylanish tezligi ko'tariladi.

O'zgartgich ishlagan vaqtida aytib o'tilgan elektr qiymatlarning o'zgarishi shunday kechadiki, natijada, regulator avtomatik ravishda aylanish tezligi n ni uni ta'minlayotgan o'zgaras tok kuchlanishi o'zgarishiga qaramasdan mo'tadil holda ushlab turadi.

Magnit kuchaytirgichda ishchi cho'lg'amlar (1) dan pulslanuvchi tok o'tadi. Natijada, MU o'zagi qo'shimcha ravishda to'yinaboshlaydi (ichki musbat teskari aloqa). Buning oqibatida, uning kuchaytirish koeffitsiyenti kuchayadi. Bu koeffitsiyentning o'sishiga chiqish cho'lg'ami (2) ning nosimmetrik ulanishi (reostat R1 yordamida) ham sababchi bo'ladi. Shu tufayli natijaviy MYuK paydo bo'lib, MU o'zagini to'yintira boshlaydi. Mo'tadillagich cho'lg'am (4) o'tish jarayonlari davrida ishlaydi va egiluvchan teskari aloqani magnit kuchaytirgichining chiqish qismidagi kuchlanish orqali bajaradi. Bu cho'lg'am kondensator C2, OV2 ga parallel ulangan rezistor orqali ulanib, regulator ishlaganda hosil bo'luvchi tebranishlarni dempirlaydi.

O'zgartgichning ishga tushishi avtomatik ravishda K1 kontaktori, tok cheklovchi rezistor va releli sxema (bu sxema bo'lagi 3.8-rasmda keltirilgan) yordamida amalga oshadi. Motor aylanish tezligi nominal qiymatga etgach, tok cheklovchi qarshilik motor M zanjiridan chiqariladi va kontaktor K2 yordamida generator (6) ga yuklamani ulaydi.

Aylanish tezligining ko'payib ketishidan himoyalaniish uchun elektr magnitli rele R1 dan foydalanilgan. Bu rele transformator T_r ning ikkilamchi cho'lg'ami (7), to'g'rilagich V va rezonans zanjir (u drossel L2 va kondensator C7 dan iborat) dan ta'minlanadi. R1 g'altagiga parallel ravishda silliqlovchi kondensator C8 ulangan. Aylanish tezligi n ning ortishi bilan (masalan, 1-2 marotaba) rezonans zanjirida kuchlanish rezonansi rejimi hosil bo'ladi, natijada, kuchlanish V kirish qismida va, shuningdek, chiqish

qismida ham kuchlanish o'sishi kuzatiladi. Bunda rele R1 ulanadi va uning kontaktlari kontaktor K1 ning g'altagini tokdan ajratadi, buning oqibatida elektr motori M tarmoqdan uziladi.

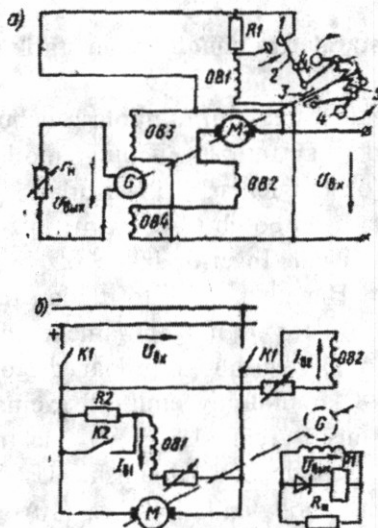
APO-03 va PND-5 o'zgartgichlarida kuchlanish va chastotalarni kuchlanish U_{vx} o'zgarganda, shuningdek, yuklama o'zgarganda ham markazdan qochuvchi tamoilida ishlovchi regulator (3.10 a-rasm) yordamida mo'tadillanadi. Regulator kontaktor tizimi (1) dan iborat va bu kontaktorlar richag (2) unga qo'zg'oluvchi mufta (3) bilan bog'langan va u yuk (4) ga ta'sir ko'rsatadi. Kontaktlar qo'shimcha rezistor R1 ni ulab — uzadilar shuningdek, motor M ning uyg'otish cho'lg'ami OV1 ning zanjirida o'zgarish yasaydilar. Kirish qismdagi kuchlanish U_{vx} pasayganda, birinchi vaqtda aylanish tezligi ham kamayadi. Bunda markazdan qochuvchi (5) chapga suriladi. Bu richag (2) ning soat mili yo'nalishi bo'yicha aylanishga va natijada, kontakt (1) ning ajralishiga olib keladi — uyg'otish cho'lg'ami OV1 zanjiriga qo'shimcha qarshilik R1 kiritiladi; oqibatda, motor magnit oqimi kamayib, aylanish tezligi n_{nom} gacha ko'tariladi.

Agar kirish kuchlanishi U_{vx} ko'paysa motor aylanish tezligi pasayadi, regulator yuklari ajralib, mufta (3) o'ngga buriladi va kontaktlar (1) ulanadi. Demak, rezistor R1 qisqa ulanishi bilan motor magnit oqimi kuchayadi va uning aylanishi tezligi pasayadi. Ish jarayonida kontakt (1) davriy avtomatik ravishda ulanib-uzilib turadi va M aylanish tezligini ma'lum bir qiymatda ushlab turadi.

O'zgartgich yuklamasi o'zgarishi bilan chiqish qismdagi kuchlanish qo'zg'otish cho'lg'am OV4 ga ko'ra, mo'tadillashib turiladi. Yuklama ortishi bilan motorning ta'minlovchi tarmoqdan olayotgan toki kuchayadi, shuningdek, OV2 va OV4 cho'lg'amlari hosil qiladigan magnit yurituvchi kuchlar ham zo'rayadi. Qo'zg'otish cho'lg'am OV4 asosiy parallel ulanuvchi generator qo'zg'otish cho'lg'ami OV3 bilan bir xil yo'nalishda ishlovchi qilib ulangan, shunga ko'ra, yuklama ko'tarilganda, bu cho'lg'am generator yakuniy magnit oqimini kuchaytiradi va kuchlanishi bir xil darajada ushlab turishga harakat qiladi. Motor zanjiridagi ketma-ket ulanuvchi OV2 o'zgartgichni ishga tushirishni

yengillashtiradi. Generatorning asosiy uyg'otish cho'lg'ami OV3 o'zgarmas tok manbaidan U_{vx} kuchlanishga ulanadi.

FV-120 turidagi o'zgartgichda motor aylanishi tezligi ikki pog'onali rostlash usuli qo'llangan (3.10 b-rasm) O'zgartgichni ishga tushirish avtomatik ravishda kontaktor K1, tok cheklovchi rezistor va releli sxema (bu sxema 3.10 b-rasmda keltirilgan) yordamida bajariladi. Vagon generatori ishlayotgan vaqtda motor M yakoriga 65 v li kuchlanish beriladi, qo'shimcha rezistor R2 kontakt K2 bilan qisqa tutashgan motor n_{nom} tezlik bilan aylanadi.



3.10-rasm. O'zgartgichning aylanish tezligini avtomatik boshqarishni amalga oshiruvchi tamoiiliy sxemalar:

APO-03 o'zgartgichida (a) va FV-120 o'zgartgichi uchun (b).

Elektr ta'minotini 50 V kuchlanishli akkumulator batareyasiga o'tkaziladigan bo'lsa, teskari tok relesi kontaktlari kontaktor K2 ni zanjirdan uzadi va uyg'otish cho'lg'ami OV1 R2 qarshilik orqali ulanib qolgan bo'ladi, natijada, uyg'otish cho'lg'amidan o'tayotgan I_{V1} toki kamayadi. Bu motor magnit oqimi qiymatini pasaytiradi va aylanish tezligini oshiradi. Oqibatda, ta'minlovchi manba

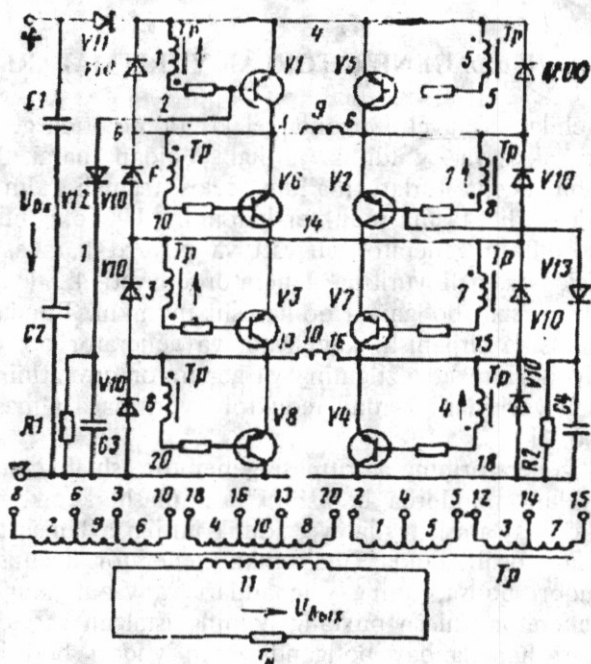
kuchlanishining pasayishi tufayli kamaygan motor aylanish tezligi magnit oqimi kamayishi bilan aylanish tezligini ko'tarilishi sababli, n qayta tiklanadi. Rele R1 kuchlanish U_{vix} keragidan ortiq ko'tarilganda, kontaktor K1 ni uzadi.

UGW turidagi o'zgartgichlar nisbatan kichik quvvat (40-110 V-A) ga egalar. Shunga ko'ra ularning motorlari tok cheklagich rezistorlarsiz to'g'ridan-to'g'ri ta'minlovchi o'zgarmas tok manbaiga ulanadilar. Bu turdagi o'zgartgichlarda mo'tadillagich qurilmalar qo'llashlik ko'zda tutilmagan.

3.4 Elektr ustalarar ta'minoti uchun statik o'zgartgichlar

Vagonlarda elektr ustalararni ta'minlash uchun o'zgarmas tokni o'zgaruvchan tokka aylantirish uchun mo'ljallangan PPB-50 turidagi statik o'zgartgichlar (invertorlar) yaratilgan. Ular tranzistorlarda joylashgan bo'lib (3.11-rasm), o'z-o'zini uyg'otuvchi inverter asosida yig'ilgan. Inverter ikkita o'zgartgich ko'priksimon sxemalardan iborat. Har bir ko'priksimon to'rttadan tranzistor V1-V4 va V5-V8 dan, transformator T_r ning birlamchi cho'lg'amlari (9) va (10) dan iborat bo'lib, tegishli ko'priklar diagonallariga ulangan. Tranzistorlar V1-V8 lar umumiy emitterli sxema bo'yicha ulanib, impuls (qayta ulanish) rejimida go'yo elektron kalit sifatida ishlaydi. Kirish qismidagi kuchlanish U_{vx} ning impulslari transformator T_r ning cho'lg'amlari (9) va (10) ga beriladi. Bunda ikkilamchi cho'lg'am (11) da kuchlanish induksiyalanadi. Uning shakl o'zgarishi to'g'ri burchakli to'rtburchakka yaqin. Transformatorning 1-8 cho'lg'amlari teskari aloqa sifatida qo'llanishga ega. Ulardan tranzistorlar V1-V8 bazalariga boshqaruv impulslari beriladi va ularning navbatma-navbat ochilib-yopilishlari ta'minlanadi. O'zgartgichni past haroratda ishga tushirish uchun V12-S3-R1 va V13-S4-R2 zanjirlari qo'llanadi. Diod VII o'zgartgichni ta'minlovchi o'zgarmas tok qutblarini tasodifan o'zgarishidan himoyalaydi. S1 va S2 kondensatori o'zgarmas tok tarmog'iga yuqori garmonikalar ta'sir ko'rsatuvini oldini oluvchi filtr hisoblanadi. Bunday garmonikalar inverter ishlaganda paydo

bo'ladi. V10 diodlari V1-V8 tranzistorlari ulab-uzilganda hosil bo'luvchi o'ta kuchlanishlardan himoyalaydi.



3.11-rasm. PPB-50 o'zgartichning prinsipial sxemasi.

IV bob. GENERATORLAR YURITMALARI

Yo'lovchilar tashuvchi vagonlar elektr ta'minotida generatorlar yuritmalari aksariyat g'ildirak juftligi o'qidan harakatlanadilar. Ularning bir necha turlari ma'lum: tekis tasmali, klin tasmali, kardan-reduktorli, tasma-reduktor-kardanli. U yoki bu turdagi yuritmani qo'llash generator quvvati va poyezd harakat tezligiga bog'liq. Tekis tasmali yuritma generator quvvati 4,5 kvt, poyezd tezligi 120 km/soat bo'lganda qo'llanishi mumkin. Bundan yuqori tezliklarda tasma sirpanishi kuchayadi va generator o'z quvvatiga chiqaolmaydi. Harakat tezligining va generator quvvatining o'sishi tekis tasmali yuritmani kardan-reduktorli yuritmaga almashtirishga sababchi bo'ldi.

Vagon generatorining yuritmasi generator ishlab chiqaradigan quvvatni yetarli miqdorda bo'lishini ta'minlashi kerak; generator rotori (yakori) aylanish tezligini g'ildirak juftligi aylanish tezligidan 3-4 barobar oshirilganda (ma'lumki, generator aylanish tezligi qancha yuqori bo'lsa, uning o'lchamlari va vazni shuncha kam bo'ladi) generator ishlash puxtaligi yilning istalgan vaqtida, tashqi muhit ta'siri har qanday bo'lganda ham yuqori bo'lishi kerak; generator va g'ildirak juftligi orasidagi aloqa elastik bo'lishi kerak. Bu yuritmadan generatorga zarbaviy yuklamalar o'tishini yumshoqlik bilan amalga oshirish imkonini beradi. (bunday zarbalar izlar ulanadigan yerlarda, harakat tezligi keskin k. da o'zgarganda, tormozlanish davrida va h.k. da hosil bo'ladi); kichik o'lcham va vaznda uning konstruksiyasi shunday bo'lishi kerakki, unga xizmat ko'rsatish va ta'mirlash qiyinchilik tug'dirmasin.

Generator yuritmasi uchun uzatish sonini quyidagi mulohazalardan keltirib chiqariladi. Eng katta harakat tezligida generator aylanish tezligi ruxsat etiluvchidan yuqoriroq bo'lishi zarur, aks holda o'zgarmas tok mashinasining kommutatsiyasi yomonlashadi va mo'tadil kuchlanishni olish qiyinlashadi, mexanik bardoshlikka putur eta boshlaydi.

Generatorning pastki ichki aylanish tezligi iloji boricha poyezdning eng kichik tezlik bilan harakatlanishiga mos kelishi kerak. Bu holda poyezd ishga tushganda generator akkumulator

batareyasiga oldinroq parallel ulanadi va bir vaqtning o'zida ham yuklamaga, ham akkumulatorni zaryadlashga ishlaydi. Poyezdning nisbatan kichik harakat tezligida generator o'z nominal quvvatiga chiqib ishlashiga erishish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bu shart-sharoitlarni yuqori tezlikda ishlovchi poyezdlarda ta'minlash qiyin masala. Shunga ko'ra, yuqori tezlikda ishlovchi poyezdlarda uzatish soni kichik, yo'lovchi tashuvchi poyezdlarda bu son katta bo'ladi.

4.1. Klin tasmasli yuritma

4.1.1. Yuritma qurilmasi

Vagon elektr ta'minotining asosiy elementlaridan biri — generator tavsifi, uning ishchi aylanish tezligi — bularning hammasi birgalikda yuritma mexanik qismi tuzilishi va sxemasini aniqlaydi. Vagonlar elektr ta'minoti uchun harakat tezligi 160 km/soatgacha bo'lganda Rossiya vagon qurish sanoati klin tasmasli yuritmalar ishlab chiqargan. Bunda harakat valning chekka va o'rta qismlaridan olingan.

Harakat valning o'rta qismidan olinganda (uzatish soni 1:3,22) yuritma tasmasi katta tortilish kuchiga ega bo'lishi va shkivdan sakrab chiqib ketish hollari kuzatilgan. Bu holni to'g'rilashni vagonni poyezd tarkibidan ajratgandan so'ng amalga oshirish mumkin bo'lgan. Harakatni chekka qismdan olish ikki hol variantdga, ya'ni 1:2,39 va 1:1,78 uzatish sonlarida bajarilgan. Keyinchalik bu son 1:41 ga teng bo'lib qoldi.

1983-yildan boshlab, uzatish sonlari 1:2,79 bo'lgan yuritmalar sinovdan o'tdi. Hozirda klin tasmasli yuritmalar bilan yo'lovchi tashuvchi vagonlar parkining 27 % jihozlangan.

4.1.2. O'q chekkasidan harakat oluvchi yuritma

Generator GSV-8A (uning konstruksiyasi 4.1-rasmda keltirilgan) uchun klin tasmasli yuritma KVZ-SNII aravachaga vagonning qozon tarafidan o'rnatilgan. Yuritma harakat uzatish o'lchamlari poyezd harakati 85 km/soat ga teng bo'lganida generatorning normal ulanishi ta'minlanadigan qilib tanlanadi.

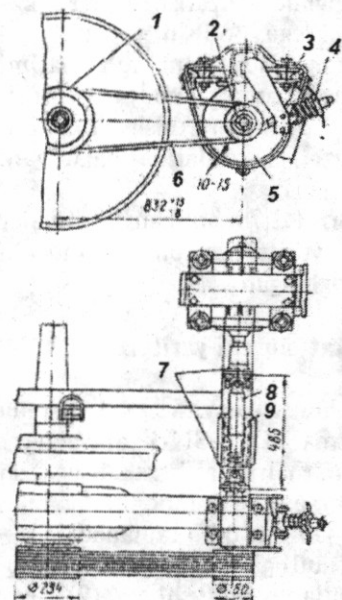
Harakatlanuvchi shkiv (1) g'ildirak juftligi o'qi bo'yinchasining kesilgan joyiga o'rnatilgan. Harakatlanuvchi shkiv (2) esa taranglovchi qurilma (4), generator (5) osma himoyalovchi qurilmalar bilan birga aravacha rama qismi tirgagiga joylashtirilgan.

Harakatlantiruvchi shkiydan harakat klin tasmalar komplekti (6) dan harakatlanuvchi shkiyga va undan ulovchi qurilmalar (7), kardan vali (8) orqali generator yakoriga uzatiladi. Kardan vali eksplutatsiya davrida sinib ishdan chiqqan hol uchun uning singan bo'laklari yo'lga tushishidan asrash maqsadida ramaning cheti ko'ndalang baynasiga asrovchi qurilma (9) o'rnatilgan.

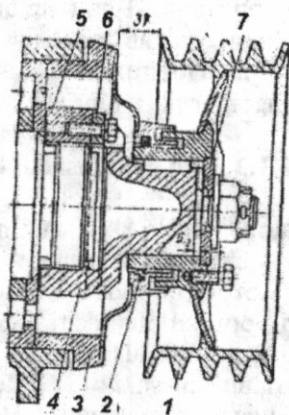
Harakatlanuvchi – yetakchi shkiy 1 (4.2-rasm) maxsus gayka (4) li korpus dumchaga kiyg'izilgan.

Yuritma (4.3-rasm) KVZ-SNII telejka ramasiga vagon kuzovining qozon tarafi tomonidan o'rnatilgan. U g'ildiraklar juftligi bo'yinchasi chekkasiga o'rnatilgan yetakchi shkiy (9), harakatlanuvchi shkiy (6), taranglovchi qurilma (4), reduktori (5), kardan vali (11) va aravacha (1) ga o'rnatilgan generator (10) dan tashkil topgan. Harakatlantiruvchi va harakatlanuvchi shkiylarga kardan shnurli tasmalar (8) kompleksi qadalgan.

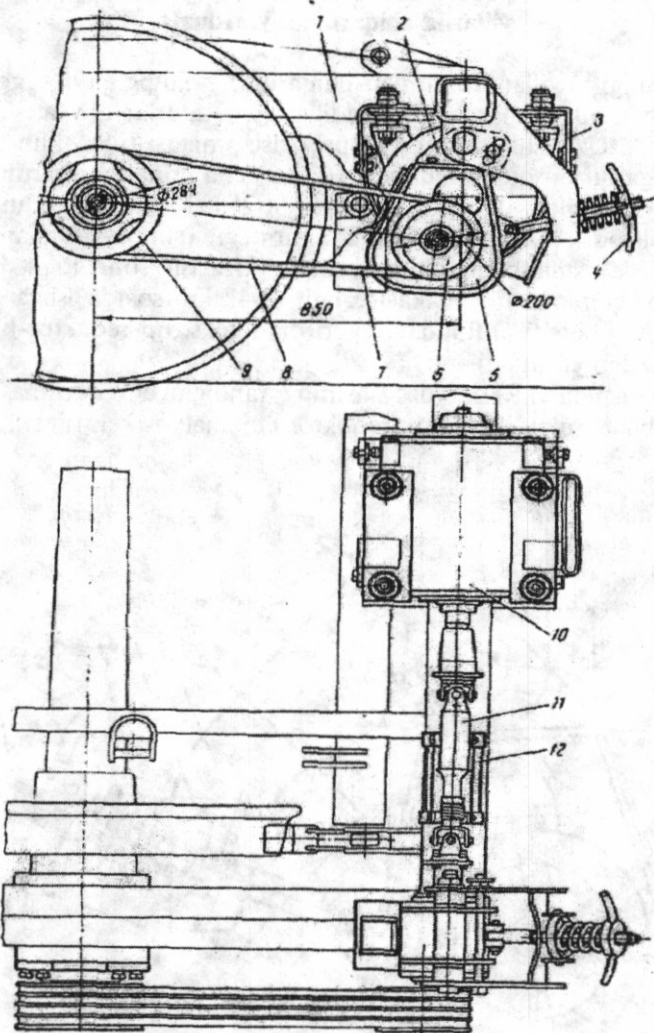
Generator, kardan vali bo'laklari mahkamlangan yerlaridan ajralib ketadigan holda bo'laklarni relsga tushishi oldini olish maqsadida himoyalagich qurilmalar: halqalar (3, 2) tutuvchi korzinka (12) ko'zda tutilgan.



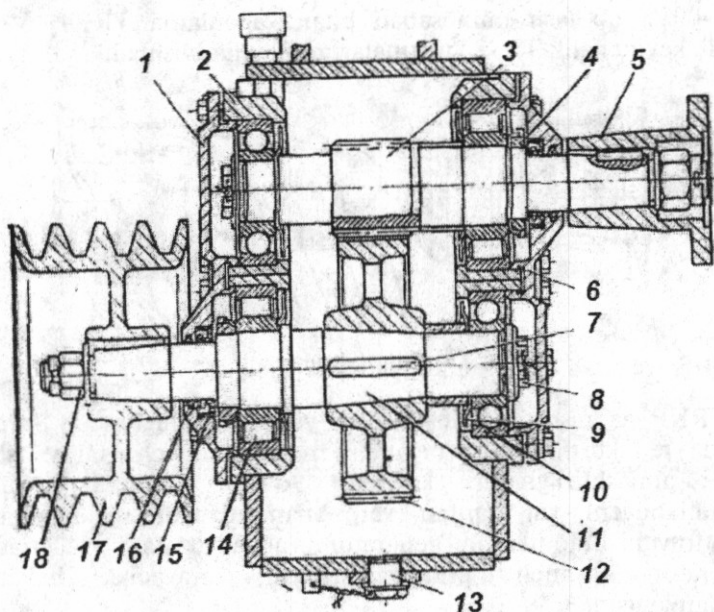
4.1-rasm. O'q bo'yinchasi kesilgan joyidagi harakat oluvchi klin tasmali yuritma.



4.2-rasm. Kesilgan joy bo'yinchasidagi harakatlantiruvchi shkiy.



4.3-rasm. O'q chekkasi bo'yinchasidan harakatlanuvchi klin tasmali reduktor kardanli yuritma.



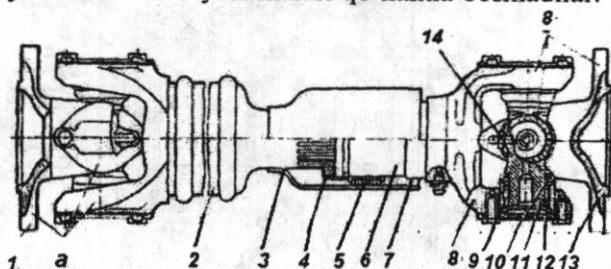
4.5-rasm. Reduktor: qopqoq; 2-reduktor korpusi; 3-kichik yetakchi shesternya; 4-gayka; 5-birlashtiruvchi flanes; 6-zichlagich; 7-shponka; 8-shaybali boltlar; 9-moy suruvchi halqa; 10-podshipnik; 11-yetakchi val; 12-yetakchi shesternya; 13-bolt; 14-podshipnik; 15-o'zi qo'zg'aluvchi salnik; 16-filtrli zichlagich; 17-taklanuvchi shkiv; 18-tojsimon gayka (shayba va shplint bilan birga).

Tez aylanuvchi valdan generatorga harakat kardan vali orqali uzatiladi. Bu harakat avtomashinalar GAZ-51 va GAZ-63 orqali bajariladi. Kardan valining uzunligi 1499 mm ga teng.

Kardan vali (4.6-rasm) ingichka truba (2) ko'rinishiga ega. U ikkita kardan sharnirlari bilan ta'minlangan (rasmda «a» va «b»). Kardan sharniri krestovina (11) va ikkita vilka (8) va (13) dan iborat. Vilka teshiklariga ninasimon podshipniklar joylashgan. Vilkadagi podshipniklar halqasimon prujinalar (12) bilan ushlab turiladi. Har xil ifloslik, suv va changdan muhofaza qilish uchun probkali salniklardan foydalanilgan.

Kardan validan aylanma harakat generator yakori valiga flanes ulamasi orqali beriladi. Kichik aylanish tezligiga ega generatorlar

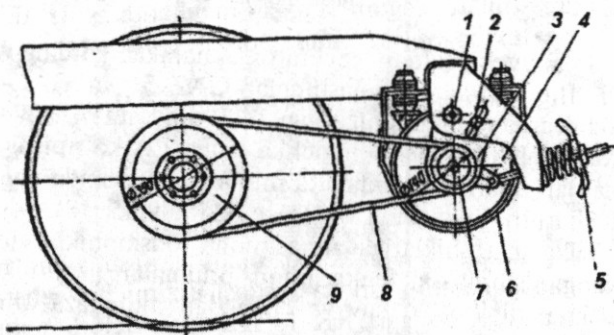
2GV-008 qo'llash munosabati bilan vagonlarda TRKP o'rniga TK-1, keyinchalik TK-2 yuritmalari qo'llanila boshladilar.



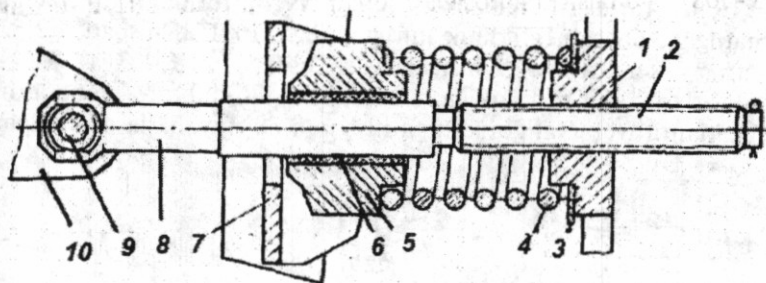
4.6-rasm. Kardan vali.

TRKP ga nisbatan TK turidagi yuritmalarning asosiy farqlari sifatida reduktorni oraliq tayanchli harakatlanuvchi val va shkv bilan almashtirilganini ko'rsatib o'tish mumkin. Bunda harakatlanuvchi val kardan vali bilan ulanadi va harakatni aylantiruvchi momentni generator valiga uzatadi (4.7-rasm). Generator tayanch plitaga osilgan, aravacha balkasiga mahkamlangan.

Harakat oluvchi valning oraliq tayanchi prujinalovchi qurilma bilan taranglanadi (4.8-rasm). Bu qurilma vint (8), richagli gayka (1), ikkita kronshteyn (7), sharnirli tayanch (5) va prujina (4) lardan tashkil topgan. Uzatish o'lchami 1:2,78 ga teng. Nominal quvvatni uzatishi harakat tezligi 40-160 km/soat ko'lamida olib boriladi.



4.7-rasm. O'q cheti bo'lagidan harakat oluvchi klin tasmali tekstono kardanli yuritma: 1-val osmasi; 2-himoyalagich bolt; 3-harakat oluvchi shkv tuguni; 4-generator; 5-tasmalarni taranglovchi qurilma; 6-generatorning himoyalagich belbog'lari; 7-harakat oluvchi shkv; 8-yuritma tasmalari; 9-harakatlantiruvchi shkv



4.8-rasm. Harakatni taranglovchi qurilma: 1-maxovikli richag gaykasi; 2-vint; 3-shayba; 4-prujina; 5-prujina tayanchi; 6-metall-keramik vtulka; 7-kronshteyn; 8-vtulkali vint; 9-valik; 10-taranglovchi qurilma kronshteyni.

4.2. Reduktor-kardanli yuritma

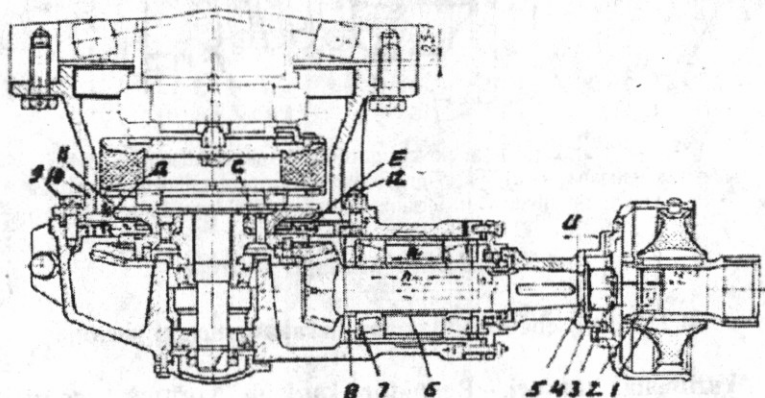
4.2.1. O'q chetki bo'lagidan harakatlanuvchi yuritma

Yuritmalar turlari. Reduktor kardanli yuritma yuqori ish puxtaligiga ega uzatma bo'lib, istalgan sharoitda ishlay oladi va tasmali yuritmaga qaraganda ko'proq quvvat uzata oladi. 10 kVt ga qadar quvvat uzatilganda, yuritma o'q cheti qismiga o'rnatiladi va tishli reduktor korpusi buksaga mahkamlanadi. Bunday qurilmalar Germaniya va Polshada ishlangan vagonlarda qo'llangan.

Quvvat 20 kVt va undan ortiq bo'lgan hollarda yuritma o'qning o'rta qismiga o'rnatiladi. Bunda tishli konik reduktor egiluvchan rezinali qatlam bilan vagon o'qiga mahkamlanadi, teleskopik kardan vali reduktor valini mufta orqali generator vali bilan birlashtiradi.

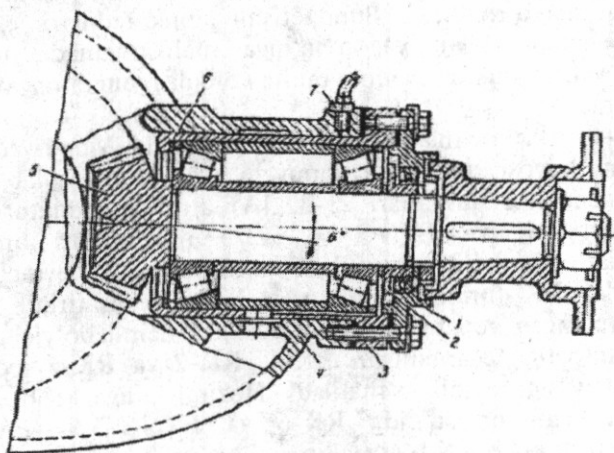
Hamdo'stlik mamlakatlari temir yo'llarida Vengriyada ishlab chiqilgan havosi kondisionlanuvchi vagonlari ishlab turibdi. Ularda generator quvvatlari 21-32 kVt atrofida reduktor-kardanli yuritmalari RK va ETNG-№ 6-3/5 reduktorlari orqali just g'ildiraklar o'qi cheti qismidan harakatlanadi. Keyinchalik bu reduktorlar RK turidagi reduktorlar bilan almashtirildi. Harakat tezligi tanlangan generator turi va roslash tizimi bo'yicha har xil uzatish nisbatiga ega bo'lgan RK-1, RK-2 va RK-6 reduktorlar modifikatsiyasiga qarab, o'rnatiladi. Hozirgi kunga kelib eng ko'p tarqalgan reduktor sifatida RK-6 va ETNG-3,5 (FAGA-11) reduktorlarini aytib o'tish mumkin.

RK-6 turidagi reduktor KVZ-SNII turidagi aravachaga o'rnatilgan, buksali, g'ildirak juftligiga ega, uzatish nisbati iq2,529. Yuritma sxemasi va konstruksiyasi asosan RK-1 va RK-1A reduktorlari 4.9-rasmnikiga o'xshash. Reduktor generatorni harakatlantiruvchi val gorizontga nisbatan 60° qiyalikda o'rnatilgan.



4.9-rasm. RK-1A turidagi reduktor.

RK-6 turidagi reduktorli vagonlar guruhini harakat tezligi 140-150 km/soatda foydalanish natijalarida unga RK-1A reduktoriga nisbatan bir qancha konstruktiv o'zgarishlar kiritiladi.



4.10-rasm. RK-6 turidagi reduktor.

4.2.2. O'q o'rta qismidan harakatlanuvchi yuritmalar

O'q o'rta qismidan harakatlanuvchi yuritmalar havosi kondisionlashtiriluvchi qurilmalarga ega vagonlarda yuritma reduktori g'ildirak juftligi o'qining o'rta qismiga joylashgan.

Xorijiy davlatlar tomonidan ana shunday yuritmalı kupe va xizmat vagonlari hamda vagon-restoranlar ishlab chiqariladi. Vagon-restoranlar sovutgichlari hajmlarining ko'payishi natijasida, o'qning chet qismiga o'rnatiluvchi reduktor o'rniga VBA-32/2 turidagi reduktorlar qo'llana boshlandi.

EÜK-160-1M va VBA-32/2 turidagi reduktorli yuritmalarning texnik ko'rsatgichlari:

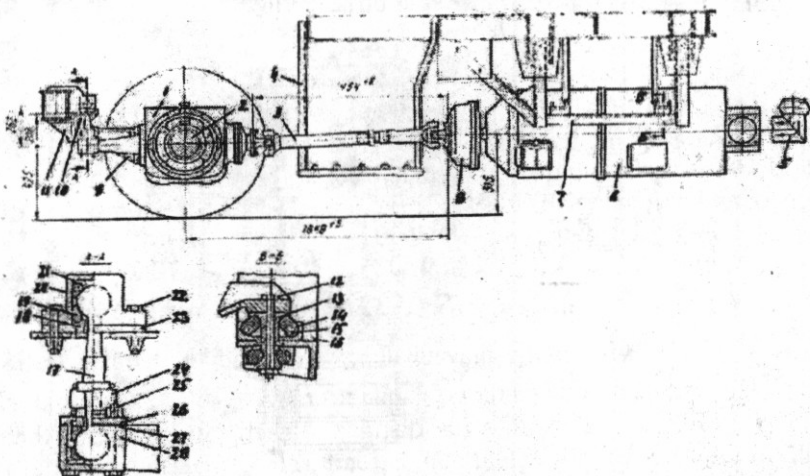
<i>EÜK-160-1M</i>	<i>VBA-32/2</i>	
Quvvat, kVt	38,4	44,68
Uzatish soni, i	2,99	3,727
Generatorning aylanish tezligi, ayl/daq	600-700	625-770
Eng katta aylanish, tezligi, ayl/daq	3000	3692
Yuritma vazni, kg	1808	1286

EÜK-160-1M va *BBA-32/2* turidagi reduktorli yuritmalar KVZ-SNII turdagi aravachalarga o'rnatiladi va harakat tezligi 160 km/soatgacha bo'lganda qo'llaniladi, *EÜK-160-1M* reduktori (4.11-rasm) o'q 2 ning o'rta qismiga o'rnatilgan. Undan ikkita konik shestrenya orqali harakat kardan vali (3), ilashuvchi mufta (8) dan motor-generator (o'zgartgich) (6) yakoriga uzatiladi. Kronshteyn (9) belbog' (11) bilan va osma poddon (4) reduktor va kardan valini tasodifan sinib qolganda poyezd osti izga tushishidan himoyalaydi. Tayanch (10) kichik shesternya o'qini gorizontol holatda bo'lishni ta'minlaydi.

O'zgartgich uch fazali DMK turidagi motor o'zgarmas tok generatori dan iborat (tok qutblarini o'zgartiruvchi ulab-uzgich bilan). Motor va generator rotorlari umumiy valga egalar. O'zgartgich havo o'tkazgich 5% hali vagon kuzovidan keluvchi havo bilan sovutiladi. Ventilator tomonidan so'riladigan havo generator va motorlarni «yuvib» o'tgach, pastki teshik orqali atmosferaga chiqarib yuboriladi. Vagon ostida o'zgartgich rama (7) ga o'rnatiladi.

Poyezd harakati vaqtida hosil bo'luvchi har xil siltash va vibratsiyalarga bardoshlikni oshirish uchun o'zgartgich vagon kuzoviga qayishqoq qilib o'rnatilgan.

VBA-32/2 (4.12-rasm) turidagi reduktor konstruksiyasi *EÜK* - 160 - 1M reduktorinikiga o'xshash, faqat ba'zi bir xususiyatlari bilan farqlanadi. VBA-32/2 reduktori o'qning o'rta qismiga o'rnatilgan bo'lib, undan harakat kardan vali (4), elastik mufta (6), uch fazali o'zgaruvchan tok generatori yakori (10) uzatiladi. Kronshteyn avariyaaviy tayanch (2), osuvchi qurilma (5 va 6), belbog'lar (8) reduktor, kardan vali, generator muftasini shikatslanib parchalanganda izga tushmasligini ta'minlashni amalga oshiradi.



4.11-rasm. *EÜK* - 160 - 1M reduktorli yuritma: 1-reduktor; 2-g'ildirak juftligi o'qi; 3-kardan vali; 4-osma poddon; 5-havo o'tkazgich; 6-motor-generator; 7-motor-generator osmasining ramasi; 8-ulanish muftasi; 9-saqlovchi kronshteyn; 10-tayanch; 11-saqlovchi belbog'; 12-bolt; 13-profilli vtulka; 14-poddonlar; 15-rezinali halqalar; 16-tayanchlar; 17-sharli boshchali o'zak; 18,21-kesilgan halqalar; 19-rezinali o'rnatma; 20-yuqoridagi korpus; 22,25-boltlar; 23-bosuvchi qopqoq; 26-bosuvchi pastki qopqoq; 27-rostlovchi qatlam; 28-pastki korpus.

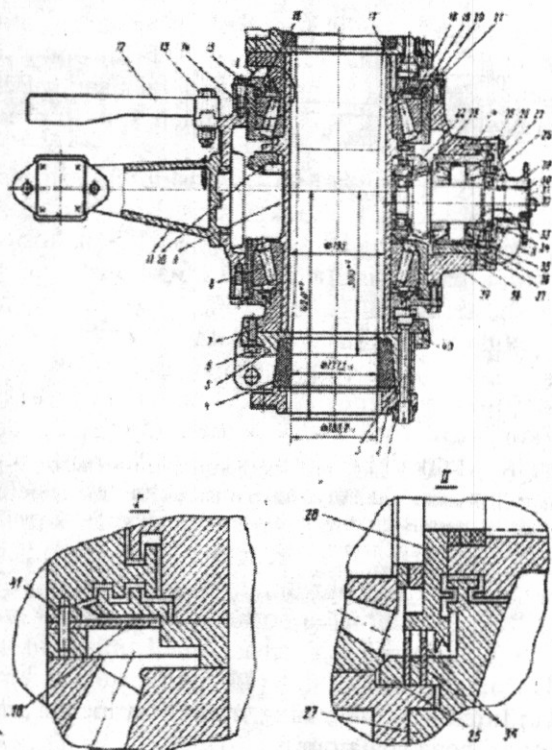
VBA yuritmasi generatorining mufta, tayanchga mahkamlanish konstruksiyalari boshqacharoqdir.

Vazni EIK yuritmasiga qaraganda 626 kg ga kam.

EÜK - 160 - 1M va VBA-32/2U reduktorlari qo'llangan.

HK-160-1M reduktori (4.13-rasm)da kovak val (9) bo'lib, u katta konik shesternya (10) bilan birga g'ildirak juftligi o'qining o'rta qismiga kiritib qo'yilgan. Val ikkita rezinali halqa (4) bilan mahamlangan va qisq korpusi (5) da halqalar (2, 20) orqali tortuv boltlarning toj shaklli gaykalari (1) bilan qisib qo'yiladi. Gaykalar shplatlanib qo'yiladi, rezinali halqa ajraluvchi korpusi bo'laklari boltir va toj shaklli gaykalar bilan birlashgan.

Uritma halqalari kovak valga qizitish usulida o'rnatilgan va prizmatik shponkalar (17) bilan mahkamlangan. Podshipniklarning ichki halqalari qizitish usulida o'rnatilgan, tashqilari montaj staknlari (21) bilan qisilgan; yon tomondan halqa (19) ga 12 ta bol (20) bilan mahkamlangan bo'lsa, yon tomondan qopqoq (16) yonamida montaj stakanlari bilan birlashtirilgan.



4.12-rasm. EÜK - 160 - 1M reduktori.

Moy shaybasi (18) va labirintli zichlagichlar reduktor korpusidan moy oqib chiqishiga qarshilik ko'rsatadilar.

Aylantiriluvchi kichik shesternya (30) dumcha-valga ega. U va boshqa qurilmalar yordamida reduktor korpusini zichlash va ulardagi harakatni yaxshilash choralari ko'zda tutilgan.

Konus shaklidagi podshipniklarning tashqi halqalari montaj stakani (38), vtulka (37), tirgak halqalar (25), moy shaybalari (35)lar va labirint qopqoq (27) bilan qisib o'rnatilgan. Ichki halqalar qizan holda o'rnatilgan. Vtulkaning shlisli dumchasiga flanetsli vtulka stupitsasi (29) kiygizilgan va u halqa (28) ga tiralgan holda o'q bo'ab harakatt qilishdan himoyalaydi. Shtiftni qo'llash bilan esa o'q atroda aylanishdan holi etilgan. Valda zichlanishga rezinali halqa (33)ni tiriluvchi halqalar orasiga o'rnatish bilan erishilgan.

Montaj stakanida yig'ilgan kichik shesternya bloki reduktor korpusi tepa qismidagi teshikka kirgizilgan va unga boltlar (26)ya stopor shaybalari bilan mahkamlangan. Havo oraliq'ini rostli kerak bo'lganda, yarim halqa (24) kirgizilgan. Reduktorni po'latdan yasalgan korpusi tepa tomondan o'n to'rtta bolt bi berkitiladi.

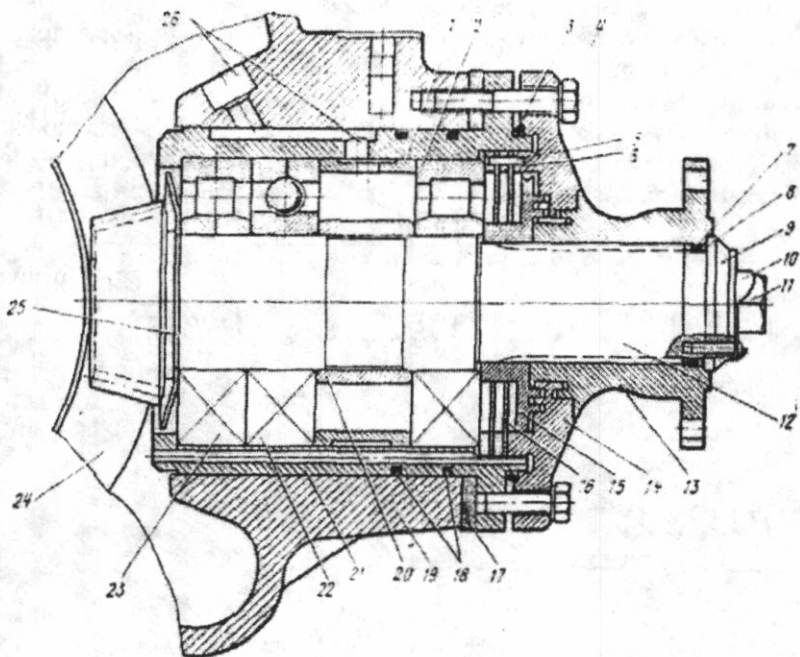
Moy teshik orqali quyiladi va u podshipnik va shesternyalai moylab turadi. Moyxona tegishli zichlagich va boshqa qurilma bilan jihozlangan. Shuningdek, moy qizishi bilan hosil bo'ladig oshiqcha bosimni pasaytirish uchun qurilma ko'zda tutilgan.

Kichik shesternyalar o'rnashgan joyning qarama-qarimonida reduktor korpusida ikkita kronshteyn joylashga himoyalovchi (12) va tayanch kronshteynlari.

Himoyalovchi kronshteyn (12) to'g'ri burchakli ariq yordamida korpusga kiygiziladi va zich qilib (13) boltlar bila mahkamlanadi. Mahkamlanish buzilganda sharnirli tayanch yo himoyalovchi kronshteyn tayanch aravacha ramasidagi tayanch belbog'iga yotib qoladi. Yon tomondagi o'sma korpus teshigig kiradi. Kronshteyn flanesi va reduktor korpusi orasiga rezina zichlagich qo'yilgan. Kronshteynning ozod chekkasi (4.12-rasm, A A kesmasi) o'zak (17) dumaloq boshmoqlar aravacha ramasiga osi qo'yilgan. Bu bo'laklarning barchasi mahkamlangan hamda bir biriga bog'langan. Rezinali g'ilof (24) pastki korpus kirish qismini ifloslanishdan himoyalaydi.

VBA-32/2 reduktor EÜK-160-1M reduktoriga nisbatan ba'zi-bir xususiyatlarga ega. Harakatlantiruvchi (24) va harakatlanuvchi (12) shesternyalar (4.13-rasm) EÜK-160-1M

shesternyalari bilan almashtirib bo'lmaydi. Harakatlanuvchi kichik shesternya dumchaga ega bo'lib, ikkita silindrik rolikli podshipniklar 2-23 ga osilgan. Reduktor korpusi (19) yengil vaznli, namoyish qopqog'i kichraytirilgan bo'ladi. Vagon harakat tezligi 120km/soat gacha bo'lgandagina reduktor *EÜK-160-1M* ni qo'yish mumkin.

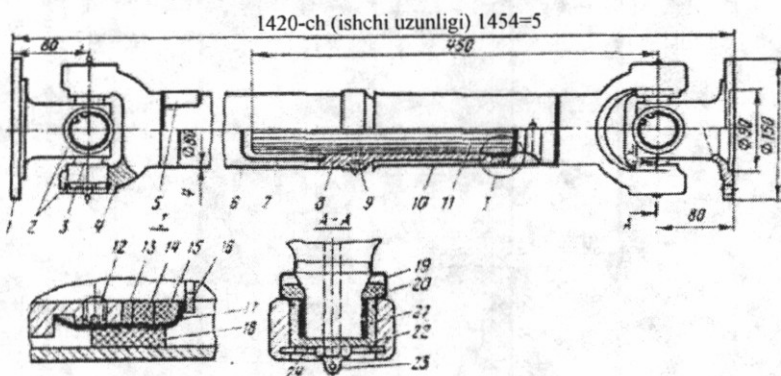


4.13-rasm. VBA-32/2 reduktori: 1,20-masofa halqasi; 2,23-rolikli podshipniklar; 3,6,7,18-rezinali halqalar; 4-bolt; 5-tiralgich halqa; 8-qisuvchi halqa; 9-qisuvchi shayba; 10-stoporli shayba; 11-bolt; 12-kichik shesternya; 13-shlitsali stupitsa; 14-labirintli qopqoq; 15-labirintli halqa; 16-moy shaybalari; 17-masofa halqasi; 19-reduktor korpusi; 21-montaj stakani; 22-sharikli podshipnik; 24-katta shesternya; 26-moy quyish kanali.

NG-3, NG-60 turidagi kardan vallari. Reduktor chiqish vali dumchasiga kiygizilgan shlisli vtulka NG-3 kardan valiga bolt orqali birlashtirilgan va reduktor aylantiruvchi momentini ulanish muftasiga uzatish uchun xizmat qiladi.

Vilkalar (1 va 4) (4.14-rasm) o'zaro krestovina (3) orqali sharnirli bog'lanishga ega. Unda to'rtta ship bo'lib, o'zaro 90° burchak ostida joylashgan. Bu shiplar ninasimon podshipniklar, korpus (22) ichiga kirgizilib, presslangan hamda prujinali halqalar (2) bilan mahkamlab qo'yilgan. Ninalar (21) stakanda tirgak shayba yordamida mahkamlangan. Ninasimon podshipniklar maydon (23) orqali moylanib turiladi. Vagon ostidagi kardan vali moydonlari rezinali qalpoqlar bilan berkitilgan.

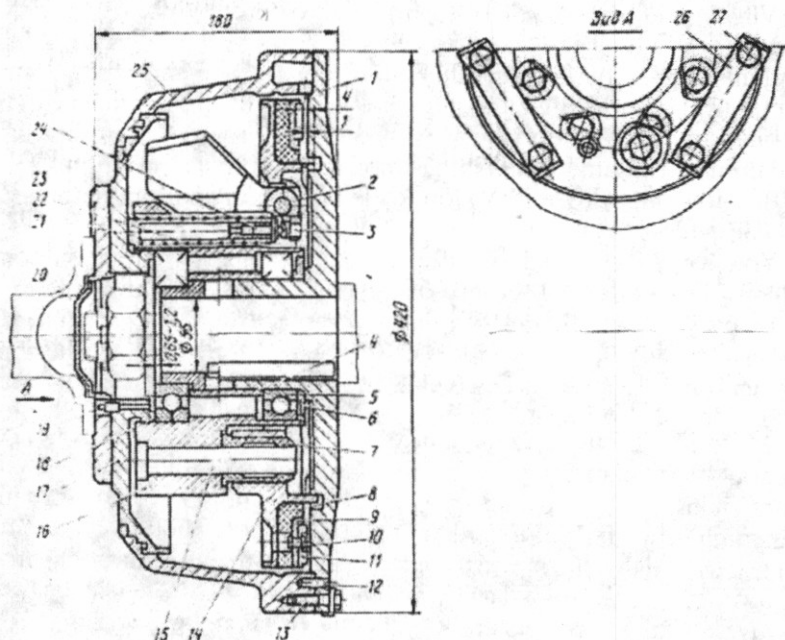
Yon tomonlarga joylashgan moslamalar kardan valini reduktor vali va ilashish mufta orqali ulanganda markaziy muvozanatini ta'minlaydi. Sharnirlardan birining vilka (4), truba (6) va shlitsali vtulkaga payvandlangan, boshqasining vilkasi esa — shlisa chekka qismiga birlashgan. Ana shu chekka qism va vtulkaning o'zaro harakatlari natijasida kardan vali «uzayadi» yoki «kaltalashadi».



4.14-rasm. NG-3 turidagi kardan vali: 1-flanesli vilka; 2-halqa; 3-krestovina; 4-vilka; 5-balansirovchi plastina; 6-truba; 7-zaglushka; 8-vtulka; 9-moydon; 10-g'ilof; 11-shlitsali chekka qism; 12-o'rnatuvchi vint; 13-profilli shayba; 14 va 15-zichlagichlar; 16-cheklovchi halqa; 17-qalpoqcha; 18-namatli halqa; 19-salnik moslamasi; 20-probkali salnik; 21-nina; 22-podshipnik korpusi; 23-moydon; 24-rostlovchi plastina.

VBA-32/2 yuritmaga o'rnatilgan NG-60 kardan vali konstruktiv jihatdan NG-3 ga o'xshash, undan faqat o'lchamlari bilan farqlanadi.

EKNM-46 muftasi. Aatomatik ulanuvchi markazdan qochirma kuch bilan ishlovchi EKNM-46 muftaning qurilmasi 4.15-rasmda keltirilgan.



4.15-rasm. EKNM-46 muftasi: 1-ishqalanish diski; 2-mushtcha; 3-tayanch; 4-masofaviy vtulka; 5-sharikopodshipniklar; 6-shaybali moyxaydagich halqa; 7-tekstolitli vtulka; 8-rezinali qatlam; 9-halqa; 10-zaklepka; 11-friksiyalovchi o'rnatma; 12-o'rnatiluvchi shtift; 13-bolt; 14-bosuvchi disk; 15-valik; 16-uch qirrali vtulka; 17-qapqoq; 18-radial tiraluvchi podshipnik; 19-nippel; 20-bekitgich; 21-yo'naltiruvchi shtir; 22-qaytuvchi prujina; 23-disk qatlam; 24-o'rnatiluvchi konus; 25-kojux; 26-stoporli shayba; 27-bolt.

Ishqalanish diska stupitsasi (1) motor valiga kirgizilib, shponka va tojsimon gayka yordamida mahkamlangan. Tortilgan gayka kuchi tiralma shayba orqali podshipnikning radial tirgakli halqasiga va undan vtulka (4) dan o'tib radial podshipnik (5) ning ichki halqasiga va ishqalanish diskasi stupitsa chekka o'smasiga uzatiladi.

Podshipnikning tashqi halqasiga uch qirrali vtulka (16) kirgiziladi. Unda uchta yo'naltiruvchi valiklar (15) va vtulkalar (7) bo'lib, qisuvchi disk (14) korpusi teshigiga kirgizilgan bo'ladi. Rezinali oraliq bir tomondan qisuvchi diskka vulkanizatsiya qilingan, boshqa tomondan po'lat halqa (9) ga 14 ta zaklepka (10) friksion halqali qurilmasi bilan mahkamlangan.

Rezinaning fizik-mexanik xususiyati. Oraliq rezinani faqat friksion quyilmani ishqalanish diski ulanganda hosil bo'luvchi

zarbalarni yumshatish uchungina emas, balki harorat 250°C dan oshganda, muftaning boshqa detallarini nurash va sinishdan himoyalash uchun ham qo'llanadi. Podshipniklarni moylash uchun tepa (17) da podshipnik klapanli ikkita nikel (19) ko'zda tutilgan. Podshipnikli kamera berkitgich 20 bilan berkitilgan.

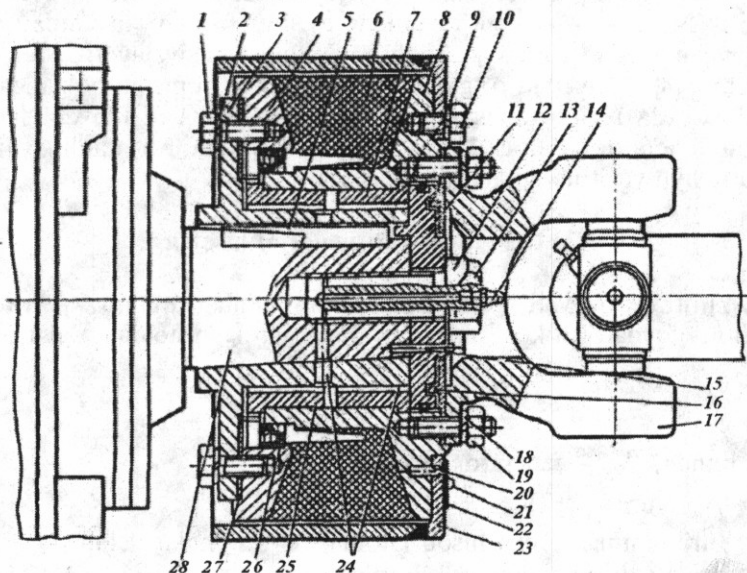
Qopqoq (17) va siquvchi disk (14) oralariga oltita siquvchi prujina (rasmda ko'rsatilmagan) o'rnatilgan bo'lib, ular valik (15) ikki tomoniga joylashgan va 870-900 kg li bosim hosil qiladilar. Qopqoqchada oltita qaytaruvchi prujina (22) lar tiralib turadi. Ular yo'naltiruvchi shtirlar (21) ga kiygazilgan va 1200-1360 kg bosimni o'rnatuvchi konuslar (24) va tayanch (3) lardan mushtcha (2) elkasiga va undan so'ng valiklar orqali qisuvchi disk korpusiga uzatiladi. Qaytaruvchi prujinalar ilashib, birlashishni to'xtatish uchun xizmat qiladi.

Muftaning ichki qismi kojux (25) bilan qoplangan. Kojux qopqoq bilan ulangan yerda labirint bor bo'lib, ishqalanish diski bilan ikkita o'rnatuvchi shtift (12) va boltlar (13) orqali mahkamlangan. Mufta kardan vali bilan (8) bolt va stopor shaybalari orqali ulangan. Muftaning ishlashi markazdan qochirma kuchga, ya'ni mushtchalar aylanganda hosil bo'lib, qisuvchi va qaytuvchi prujinalarga qarshilik ko'rsatuvchi kuchlarga asoslangan.

Mufta aylanmay turganida qisuvchi prujinaning qisuvchi diskka bo'ladigan ta'siri mushtchalar tirgaklari orqali bo'ladigan bosim bilan muvozanatlashadi. Bunda friksion halqa ishqalanuvchi disk oralarida 1 mm li havo bo'shlig'i paydo bo'ladi, elektr motorning yakor vali kardan valdan ajralgan bo'ladi. Vagon harakatga kelganda, kardan vali mufta mexanizmini aylantira boshlaydi. Markazdan qochuvchi kuch ta'sirida mushtchalar ajraladi va qaytuvchi prujinalarni qisadi. Qachonki qisuvchi prujinalar (poyezd tezligi 36 km/soat bo'lganda) ta'sir kuchi friksion nakladkali qisuvchi diskning kuchidan katta bo'lsa u ishqalanuvchi disk tomoniga suriladi va unga qisila boshlaydi. Shundagina kardan valdan generatorga aylantiruvchi moment uzatila boshlanadi. Muftaning to'la ulanishi aylanish tezligi 700 ayl/daq. ga etganda sodir bo'ladi va bunda poyezd harakatining tezligi 42 km/soat ga teng bo'lgan hisoblanadi.

Muftaning keyingi aylanish tezligi ortishi qisuvchi prujinalarning friksion disk va ishqalanish diskiga bo'ladigan ta'sirini o'zgartirmaydi, chunki mushtchalar qopqoqning tiralmalariga joylanib qoladi va shu bois uzatiladigan aylantiruv momenti o'zgarmay, 451 N/m ni tashkil qiladi.

Vagonni tasodifan ekstren tormozlaganda, reduktor va kardan vali aylanish tezligi keskin kamayadi. Biroq katta vaznga ega bo'lgan motor va generator yakorlari dastlabki aylanish tezligi bilan aylanishni davom ettirishga harakat qiladilar. Bunga asosiy sabab ularning katta inersiya momentiga egaliklaridir. Aylantiruvchi moment 451 N/m dan oshsa, friksion disk ishqalanish diskiga nisbatan sirpanishi kuzatiladi. Bu holat qisqa vaqt davom etgani uchun muftaning normal ishlashi buzilmaydi.



4.16-rasm. VBA-32/4 egiluvchan mufta:

1,10,13-boltlar; 2,9,18-yumshoq shaybalar; 3-stupitsa; 4-segment; 5-shponka; 6-rezina; 7,25-shlislali vtulkalar; 8-ulanuvchi flanes; 9-egiluvchan shayba; 11-tirgak shayba; 12-tiraluvchi shayba; 14-moydon; 15-o'rnatuvchi shtift; 16-labirintli halqa; 17-kardan vali; 19-gayka; 20-kontrol shtift; 21,32-zaklepka muvozanatlovchi plastina; 23-himoya kojuxi; 24-moy uzatish kanallari; 26-o'zini siquvchi karkasli salnik; 27-moylagich shayba; 28-generator vali.

VBA-32/4 muftasi. Bunday muftaning tuzilishi 4.16-rasmda keltirilgan. Mufta stupitsasi generator (28) valining konus qismiga kiygizilib, shponka (5), tirgak shayba (11) va bolt (13) bilan mahkamlangan hamda shayba (12), shtift (15) bilan esa belgilab qo'yilgan. Mufta stupitsasi (3) ga bolt 1 egiluvchan shayba (2), moy uzatuvchi shayba (27) lar orqali segment (4) birlashtirilgan.

Segment (4) ga flanes (8) rezina bilan vulkanizatsiyalangan. Rezina kojux (23), boltlar (10) (egiluvchi shaybalar 9, flanes 8) bilan himoyalangan. Unga egiluvchan shayba (18) li shpilkalarda kardan vali (17) mahkamlab o'rnatilgan.

Ulovchi flanes teshigiga zich holda vtulkalar (7 va 25) joylashgan. Generator stupitsasi (3) da vtulkalar 0,05-0,7 mm li havo bo'shlig'iga ega qilib joylashtirilgan.

Kardan vali flanesidan aylantiruvchi moment generator valiga ulovchi flanes, rezina, stupisa shponka orqali uzatiladi. Rezina 948,2~Nm ga ega aylantiruvchi momentni uzatadi va kardan vali aylanganda 24 zarbaviy kuchlarni amortizatsiyalaydi. Moment kuchi 948,2~Nm dan ortganda generator vali yopishib qolganda va boshqalarda rezina uzilishi ro'y beradi, kardan vali ulovchi flanes bilan generator stupisasi valiga aylanib, yuklamani uzataolmaydi va shu tufayli yuritma detallarini sinishdan asraydi.

4.3. Generator yuritmalarini hisoblash

Yuritma quvvati generator uchun tanlangan quvvat orqali yuritma foydali ish koeffitsiyentini hisobga olgan holda aniqlanadi:

$$N_{yur} = \frac{N_g}{\eta},$$

bunda, N_g - generator quvvati;

η - yuritma FIK.

Yuritmaning barcha hisob-kitoblari «Mashinalar detallari» kurslarida keltirilgandek, olib boriladi.

V bob. KUCHLANISH ROSTLASHNING AVTOMATIK TIZIMLARI

5.1 Generator kuchlanishini rostlash tamoyili

Vagoning g'ildiraklar juftligidan harakatga keluvchi generator aylanish tezligi va yuklanishi o'zgarganda uning kuchlanishi qiymati keng ko'lamda o'zgaradi. Ekspulatsiya qilishning har xil sharoitlarida generator kuchlanishini mu'tadillash avtomatik rostlash tizimi (ART) orqali amalga oshiriladi. ARTning asosiy elementi — bu generator kuchlanishi rostlanish, asosan uning uyg'otish cho'lg'amiga ta'sir ko'rsatish bilan bajariladi, natijada generator magnit oqimi va EYUK o'zgaradi. Yo'lovchi tashuvchi vagonlarda kuchlanishni rostlanish uchun qo'llanadigan AVRT og'ish prinsipi (Uatt- Polzunov) bo'yicha bajariladi. Bu prinsipga ko'ra, generator G kuchlanish U ning berilgan qiymatidan har qanday og'ish U ni shunday o'zgartirsinki, natijada og'ish $\Delta U = U_{ber} - U$ eng kichik bo'lsin (ideal holatda bu qiymat nolga teng).

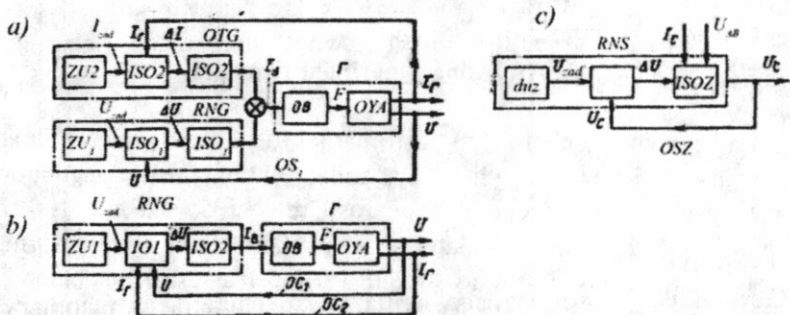
5.2. ART ning funksional tizimlari

Zamonaviy kuchlanishni avtomatik rostlash tizimlari yopiq zanjirga ega. Boshqacha aytganda, kuchlanish regulatori joylashuvchi obyekt (generator)ga, rostlanuvchi obyekt esa, teskari aloqalar vositasi orqali regulatorga ta'sir ko'rsatadi. Regulatorning asosiy elementi bo'lib o'lchov organi i 01 (5.1 a-rasm) hisoblanadi. Uning chiqish qismida kelishilmagan signal paydo bo'ladi, ya'ni rostlanuvchi kuchlanish V_n berilgan qiymat U dan birqancha og'iganiga proporsional signal ΔU . Signal U_{ber} berilgan yoki o'rnatilgan signal deb ataladi va u beruvchi qurilma ZU1 tomonidan beriladi. Beruvchi qurilma regulator ichidagi andozaviy

element hisoblanadi. U har xil ko'rinishda bo'lishi mumkin, masalan, mexanik (prujina) yoki elektrik (stabilitron yoki stabilitroni bor ko'priksimon sxema va h.k.). Shunga ko'ra beruvchi signal mexanik (prujina kuchi) elektrik (tok, kuchlanish) ko'rinishlarida bo'ladi. Ish jarayonida ART ning beruvchi signali o'zgarmas bo'lishi mumkin, binobarin, hizmat qiluvchi xodim tomonidan o'zgarishi ham ko'zda tutiladi. Bu jarayon regulatorni sozlash operatsiyasi deb yuritiladi.

O'ltov organi IOI ga teskari aloqa zanjiri OC1 dan teskari aloqa signali ham berilishi mumkin, masalan, generator chiqish qismidagi kuchlanishdan. Teskari aloqa deb chiqish qismi qiymati (bizning holda kuchlanish U) ning tizim kirish qismiga ta'siriga aytiladi.

Teskari aloqa musbat yoki manfiy bo'lishi mumkin. Manfiy teskari aloqada uning signali U obyekt (generator)ga ta'siri U_{ber} ga nisbatan teskari yo'nalishda bo'ladi. Musbat teskari aloqada U regulatorga ber U bilan bir tomonga yo'nalgan holda ta'sir ko'rsatadi. Aksariyat, avtomatik regulatorlarida manfiy teskari aloqa keng tarqalgan, chunki u rostdashning turg'un ishlashini ta'minlaydi. Biroq tizim kuchaytirish koeffitsientini oshirish maqsadida ayrim bo'g'inlarga musbat teskari aloqa kiritilishi mumkin. Kuchaytirish koeffitsienti katta qiymatga ega bo'lganda quvvati katta obyektlarni boshqarish mumkin.



5.1-rasm. Generator va vagon yoritish tarmog'i kuchlanishini ART ning funksional sxemalari.

Bunda tizim kirish qismiga kichik quvvatli signallar berish kifoya bo'ladi. Agar teskari aloqa orqali uzatilayotgan signal chiqish qismidagi qiymatgagina bog'liq bo'lsa (vaqtiga bog'liq bo'lmasa), bunday aloqa qattiq aloqa hisoblanadi. Agar signal chiqish qismi o'zgarish tezligiga bog'liq bo'ladigan bo'lsa (masalan, U ning o'zgarish tezligiga), bunday aloqa egiluvchan aloqa deyiladi. Egiluvchan teskari aloqalar rostdash aniqligini oshirish va turg'un ishlashni ko'tarish uchun qo'llaniladi.

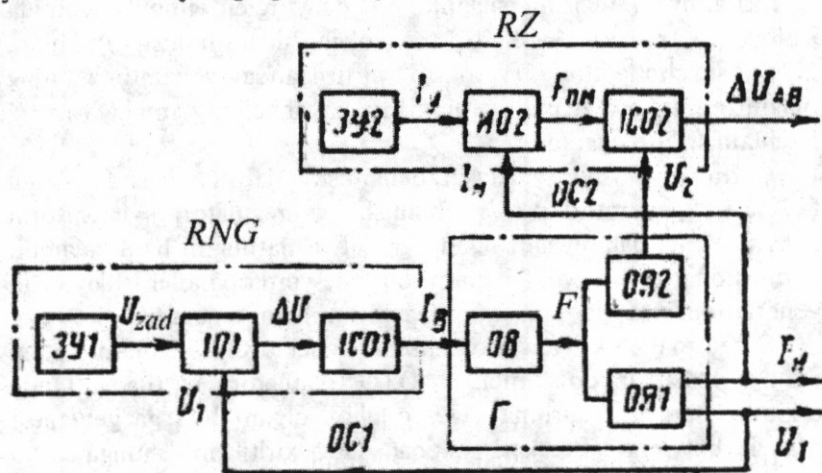
Ijrochi organ ISO1 qo'zg'otish cho'lg'ami OV ta berilayotgan tok Iv yoki kuchlanish Uv ni bevosita rostdash uchun ishlatiladi. U rostdanuvchi rezistor, magnitli kuchaytirgich, impuls rejimida ishlovchi tranzistor yoki tiristor ko'rinishida bo'lishi mumkin. Uyg'otish cho'lg'ami OV toki o'zgartirilganda generator G ning magnit oqimi F o'zgaradi va natijada, yakor cho'lg'ami OYa dagi kuchlanish U o'zgaradi.

O'zining asosiy vazifasi kuchlanish U ni boshqarishdan tashqari, generatorning kuchlanishi regulatori generatorni akkumulator batareyalari bilan parallel ishlashligini ham bajaradi, ayrim hollarda esa yuklamalarni bir me'yorda parallel ishlayotgan generatorlar orasida taqsimlash vazifasini ham bajaradi.

O'zgarmas tok generator tokini cheklovchi regulator nomi bilan mashxur qo'shimcha OTG regulatori kiritiladi. Unda o'zining beruvchi qurilma 3U2, o'lchov organi IO2 ga generator toki I_g bo'yicha teskari aloqa OS2 kiritilgan, shunga ko'ra ijrochi organ ISO2 ning kirish qismga beriladigan tokning ko'payishi bilan ayirma $\Delta I = I_{ber} - I_g$ ham kattalashadi. Natijada uyg'otish toki Iv va generator chiqish qismidagi kuchlanish kamayadi. Bu holat generator toki I_g ni cheklashga olib keladi. Ba'zi bir o'zgarmas tok generatorlarida teskari aloqa toki OS2ni to'g'ridan-to'g'ri regulator RGning o'lchov organi OI1 ga kiritiladi (5.1 b-rasm).

Germaniya va Polsha zavodlarida ishlab chiqarilgan vagonlar o'zgaruvchan va o'zgarmas tok generatorlari kuchlanishlarni shunday rostdaydilarki, natijada, akkumulator batareyasi tegishli ravishda zaryadlanadi. Generator ishlamayotgan vaqtda vagon is'temolchilari akkumulator batareyasidan ta'minlanadi.

Yoritish tarmog'ida kuchlanishni avtomatik rostlash regulator orqali amalga oshiriladi. Bu ham yopiq tizim hisoblanadi (5.1 v-rasm). Unga beruvchi qurilma 3U3, o'lchov organi IOZ, bajaruvchi organi IOSOZ va teskari aloqa tizimi OSZ kiradi. Og'ish ro'y berganda, ya'ni $\Delta U = U_{ber} - U_c$, regulator avtomatik rvaishda r_{dob} organi qarshiligini o'zgartiradi (demak, kuchlanish pasayishi $I_s r_{dob}$ ni) va natijada regulator yoritgichlar kuchlanishi $U_c = U_{Ak.vat} - I_s r_{dob}$ akkumulator batareyasi kuchlanishi U_{AB} va yuklama toki I_c o'zgarganda U_c o'zgarmay qolishini ta'minlasin.



5.2-rasm. Rossiya va Germaniya zavodlarida ishlab chiqilgan vagon o'zgaruvchan tok generatorlari ARTning funksional sxemasi.

Rossiyada ishlab chiqarilgan vagonlar o'zgaruvchan tok generatorlarining kuchlanishini rostlovchi regulatorlari kuchlanishi U_1 ni rostlashga xizmat qiladi. U beruvchi qurilma 3U1 (rasm 5.2), o'lchov organi IO1, ijrochi organ ICO1 va teskari aloqa tizimi OC1 dan tashkil topgan. Vagon elektr iste'molchilariga kuchlanishi U_1 generator G yakor cho'lg'ami OYa1 dan uzatiladi. Akkumulator batareyasini zaryadlash uchun kuchaytirilgan kuchlanish volt qo'shuvchi yakor cho'lg'ami OYa2 dan olinadi. OYa2 ga rostlovchi qurilma R3 (batareya zaryad toki regulatori) ulangan. Akkumulator zaryad toki regulatori beruvchi qurilma 342,

o'Ichami organi IO2 va bajaruvchi organ ICO2 dan iborat bo'lib, chiqish qismi o'zgarmas toki bo'lgan magnit kuchaytirgichida yig'ilgan. Ijrochi organ UCO2 ga generator yakor cho'lg'ami OYa2 dan U2 kuchlanish beriladi. Asosan batareya zaryad qismini magnit kuchaytirgichi boshqaruv tokiga ta'sir etuvchi 3U2 harorat sharoitlariga qarab rostlanishi amalga oshiriladi. Bunda kuchaytirgichning magnitlanish toki o'zgaradi va uning magnit yurituvchi kuchi F_{nm} va demak, cho'lg'am induktiv qarshiligi X_L , o'zgaradi. Natijada, akkumulator batareyasini zaryadlovchi kuchlanishni aniqlovchi kuchaytirgich chiqish qismidagi qo'shimcha kuchlanish ΔU_A tegishli ravishda o'zgaradi. Zaryad kuchlanishini mo'tadillash uchun o'lchov organi IO2 ga vagon yuklamasi kiritilgan. Yuklama toki I_n kuchayganda regulator RNG generator magnit oqimi F ni oshiradi va bu kuchlanish U_2 ning o'sishiga sababchi bo'ladi. Shu bilan birga, teskari aloqa OS2 tufayli kuchaytirgichni magnitlovchi kuch F_{nm} kamayadi va uning induktiv qarshiligi ortadi. Shu bois, kuchlanish U_2 ning o'sishi qisman kompensatsiyalanadi. Natijada, kuchlanish U_A , regulator RNT ning ishidan qa'ti nazar, stabillashadi.

5.3. Ko'mirli kuchlanish regulatorlari

Ishlash tamoyili. Generatorning ko'mirli kuchlanish regulatori (5.3 a-rasm) uchta bo'g'indan iborat: ko'mir ustuniga (1), elektromagnit (4) va prujinalar (6). Ko'mir ustuncha regulatorning ijrochi organi hisoblanadi. U generator uyg'otish cho'lg'amiga ulangan bo'lib, rostlanuvchi rezistor hisoblanadi. Ko'mirli qarshilikka ta'sir bosimini o'zgartirib, generator uyg'otish toki I_v qiymatini o'zgartirish mumkin. Elektromagnit (4) avtomatik rostlash tizimida teskari aloqa rolini bajaradi.

Elektromagnit g'altagi (7) ga generator kuchlanishi beriladi. O'lchov organi vazifasini yakor (3) bajaradi. U mexanik bog'liklik tufayli ko'mir ustuniga ta'sir ko'rsatadi. Prujina (6) kuchi U_{zad} kuchlanishini belgilaydi. Agar kuchlanish U U_{ber} dan katta bo'lsa elektromagnit yakor (3) ni soat strelkasiga teskari yo'nalishda aylantiradi. Bu ko'mir ustuniga ko'rsatiladigan bosimni kamaytiradi, natijada, ustun qarshiligi ko'payadi, tok I_v va

generator kuchlanishi kamayadi. Aksincha, agar generator kuchlanishi U_{ber} dan kichik bo'lsa, ko'mir ustun qarshiligi kamayib, generator kuchlanishi qiymati o'sa boradi va tegishli berilgan qiymatga yaqinlashadi.

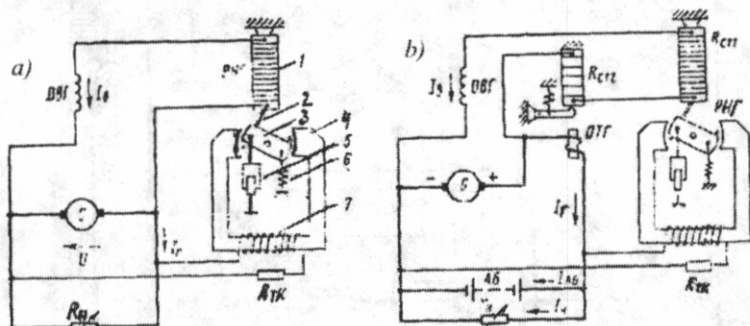
Regulator yakor tebranishlarini oldini olish maqsadida havo dempfer-so'ndirgich 5 bilan ta'minlangan.

Generator kuchlanish regulatorlarida bitta yoki bir qancha ko'mir stolblari qo'llanishi mumkin. Ular ikkita parallel zanjirlarga ulanganlar. Har bir ko'mir stolb bir qancha elektrografit halqalardan tashkil topgan bo'lib, ular metaldan yasalgan tok o'tkazgichlardan iborat. Stolbning umumiy qarshiligi r_{st} halqalar qarshiligi r_k va halqalar oraliqidagi o'tish qarshiliklar r_{per} qig'indisidan iborat. Halqalar yuzalari notekis bo'lganligi sababli ular bilan birlashish yuza bilan emas, balki ma'lum nuqtalarda yuz beradi. Agar stolb qisilsa birlashish yuzasi kattalashadi va o'tish qarshiligi qiymati kamayadi. Demak, bosish kuchi o'zgartira borilsa ko'mir qarshiligi katta ko'lamda o'zgarishga sababchi bo'ladi. Amalda past kuchdagi qarshilik kam qo'llanadi, chunki bunda ko'mir qarshiligi turg'un ishlash holati pasayadi.

Generator tokini cheklash 5.3b-rasmda ko'rsatilgan sxema bo'yicha bajariladi.

Bunda generator uyg'otish cho'lg'ami zanjiri OVGda ikkita ko'mir stolbi R_{ct1} va R_{st2} ulangan bo'ladi. OTG konstruksiyasi RNGnikiga o'xshash, uning ham magnit tizimi, ko'mir stolblar ulashish sxemalari mavjud. RNT ga nisbatan OTG ning generator yakori bilan ketma — ket ulanuvchi tok g'altagi bor. Generator yuklamasi toki ma'lum bir qiymatdan oshsa OTG yakori soat strelkasiga teskari ravishda aylanadi — ko'mir stolbiga bo'lgan bosim kamayadi va tegishli ravishda R_{st} ortadi. Bu uyg'otish tokini kamayishiga va natijada, generator yakori kuchlanishini kamayishiga va odatda, yuklama tokini kamayishiga olib keladi. Tok tavsifi generator kuchlanishi tavsifiga qaraganda keskinroq o'zgarishi tufayli OTG ikkita dempfer bilan ta'minlangan. Agar generator tok g'altagidan oqayotgan tok qiymati ma'lum miqdordan oshmasa prujina kuchi elektromagnit kuchidan kattaroq bo'ladi va generator yakori eng o'ng tarafining chekkasi holatida

bo'ladi. Ko'mir stolblar qisilgan va OPG uyg'otish tokiga ta'sir ko'rsatmaydi.



5.3-rasm. Generator tokini cheklashni amalga oshiruvchi ko'mir regulatori ART ning prinsipial sxemasi.

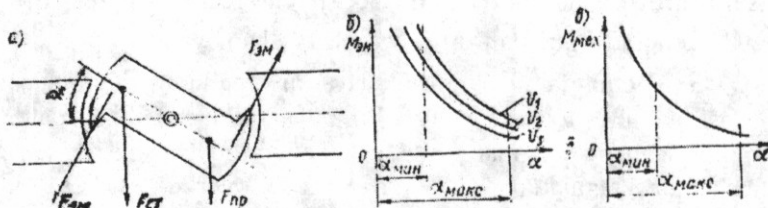
Konditsionerli vagonlarda DUGG-28V generatori kuchlanishini rostlash uchun uchta ko'mir stolbiga ega regulator qo'llangan bo'lib, bu stolblarning ikkitasi R_{st1} va R_{st3} ko'priklari M ning ikkita elkasiga, boshqa elkalarga rezistorlar $R1$ va $R1$ ulangan, diagonal cd ga esa ketma-ket generator G ning parallel uyg'otish cho'lg'ami OV1 ulangan. Ikkinchi diagonal av ga G ning yakor cho'lg'ami ulanishga ega. Regulator RNG ikkita cho'lg'ami bor: termokompensatsiya qarshiligi R_{tk} orqali ulanuvchi va generator yakoriga parallel ulanadigan cho'lg'am 1 va ketma-ket ulanuvchi cho'lg'am (2) (undan akkumulator batareyasi AB toki I_{AV} o'tadi). Generator tokini cheklash maqsadida OTGning ikkinchi ko'mir regulatori qo'llanadi. Uning ko'mir stolbi R_{st4} ko'priklari M diagonaliga qo'zg'otish cho'lg'ami OV1 va ko'mir stolb R_{st2} lar bilan ketma-ket ulanishga ega. Tok cheklagich OPGda cho'lg'am (3) bo'lib, u uyg'otish cho'lg'ami OV1 ga ko'mir stolb R_{st4} , parallel cho'lg'am (4) (u uzgich K1 orqali generator yakoriga parallel ulanadi) va ketma-ket cho'lg'am (5) (undan generator toki I o'tadi) orqali ulanadi.

qarshiliklarini oshiradilar — qo'zg'otish cho'lg'amidagi tok I_B va demak, generator kuchlanishi U va tok I_A kamayadilar.

OTG 3-cho'lg'ami uning quvvatini ma'lum miqdorgacha cheklash uchun (ayniqsa, poyezd harakat tezligi 50 km/soatdan kam bo'lganda) xizmat qiladi. Generator aylanish tezligi kamayganda regulator RNG avtomatik ravishda OTG ning cho'lg'am (3) dan o'tuvchi uyg'otish toki I_B ni ko'paytiradi. Qachonki bu tok ma'lum qiymatdan oshsa cho'lg'am (3) qarshiligi R_{st4} o'z qarshiligini oshiradi va generator kuchlanishini, demak tok I_g qiymatlarini pasayishini ta'minlaydi. Shuningdek, uzatilayotgan quvvat ham kamayadi.

Generator toki va quvvatining pasayishiga xojat poyezd harakat tezligi pasayganda elektr uskunolari qizishining kuchayishiga borib taqaladi. Bunday hollarda yuritmadan generatorga uzatilayotgan aylantiruvchi moment qiymatini ham kamaytirish maqsadga muvofiq bo'ladi, chunki yuritma detallarning sinish xavfi kamayadi.

DUGG-28B agregati poyezd bekatlardaligida sovutilish sharoiti yomonlashuvi tufayli undan olinayotgan quvvat miqdori kamayishi kerak. Quvvatni cheklash maqsadida OTGda cho'lg'am (4) ko'zda tutilgan. Bu cho'lg'am uzgich $K1$ yordamida ishlayotgan motori yakor cho'lg'amiga parallel ulanadi va shu orqali R_{st4} qarshiligi qiymatini oshiradi va uyg'otish cho'lg'ami toki I_n va demak, generator kuchlanishi U va toki I_1 ni kamaytiradi. Elektr yurtmani ishga tushishini tezlatish maqsadida generatorni shu davrda kam yuk bilan ishlashini ta'minlash zarur. Bu maqsadda knopkali uzgich $K2$ ko'zda tutilgan bo'lib, motor ishga tushishi davrida pastki holatga o'tkazilgan bo'ladi. Bunda uyg'otish cho'lg'ami zanjirga rezistor $R2$ kiritiladi. Regulatorning parallel cho'lg'ami bir zanjirdagi rezistor $R3$ qisqa tutuashadi va qarshilik ortadi. Natijada, generator uyg'otish cho'lg'ami toki va kuchlanishi keskin kamayadi va u o'ziga yuklama olmaydi. Motor ishga tushishi yakunlangach uzgich $K2$ o'zining normal yuqori holatiga qaytariladi. Vagonlarda o'rnatilgan ba'zi bir ko'mir regulatorlarining texnik ko'rsatkichlari jadval (5) da keltirilgan.



5.5-rasm. Yakorga ta'sir etuvchi kuchlar va ko'mir regulatorlari sxemalari.

5-jadvalda keltirilgan kuchlanish qiymatlari (ularni RNT mo'tadillaydi) kislotali akkumulator batareyali elektr elektr ta'minoti tizimiga mos keladi. Bunday tizimda ishqorli akkumulatorlar qo'llanganda ularning soni tegishli ravishda o'zgartirilishi va RNT sozlanishini to'g'irlash talab etiladi. Masalan, 23.07.21 generatorni vagonlarda 40 ta emas 38 ta akkumulator o'rnatish RNT ni esa 69 V li kuchlanishga sozlash zarur.

5-jadval.

Parametrlar	Konditsionersiz			Konditsionerli			
	RN T	OTG	RN S	RN T	OT G	RN S	RN S
Mo'tadillangan kuchlanish; V	65	-	54	138	-	110	54
Regulator bilan cheklanuvchi tok, A	-	70	-	-	205	-	-
Rostlash aniqligi, %	Q- 2,5	Q- 2,5	Q- 2,5	Q- 2,5	Q- 2,5	Q- 2,5	Q- 2,5
Sovuq holatdagi ko'mir stolblari komplektining eng kichik qarshiligi, Om	1,8- 2,0	1,8- 2,0	0,08	8,0	5,0	1,65	1,5
Issiq va ajragan holatdaagi ko'mir stolblar komplektining eng katta qarshiligi, Om	145	145	10	500	210	26	40
Ko'mir stolblar komplekti	130	130	500	200	200	500	175

tarqatadigan quvvat, Vt							
Ko'mir stolb balandligi mm	132	132	160	132	117	160	160
Halqaning tashqi (ichki) diametri, mm	18/13	18/13	56/50	30/24	30/24	56/50	56/50
Izoh: Kuchlanish regulatori rostlash aniqligi $\pm 2,5\%$							

5.3.1. Regulator tavsifi

Elektromagnit yakoriga elektromagnit kuchi F_{em} (5.5 a-rasm), ko'mir stolbi egilgich deformatsiyasi kuchi F_{st} va prujina kuchi F_{pr} ta'sir ko'rsatadi. F_{em} va F_{st} lar F_{pr} ga qarama-qarshi tomonga yo'nalgan. Demak, yakor shu vaqtda muvozanatda bo'ladiki, qachonki bu kuchlar hosil qiluvchi momentlar M_{em} va $M_{mex}=M_{pr}-M_{st}$ yig'indisi nolga teng bo'lsa. Bu holat bajarilmasa yakor aylanadi, boshqacha aytganda, burchak α va generator yakori kuchlanishi o'zgarishga olib keladi.

Elektromagnit hosil qiladigan moment quyidagicha ko'rinishda ifodalanadi:

$$M_{em} = C_{\alpha} F_{em}^2,$$

bunda, S_{α} - yakor aylanishiga bog'liq bo'lgan o'zgarmas koeffitsiyent, uning qiymati qutb o'zagining yakor bilan birlashgan sahni orqali aniqlanadi;

$F_{em} = I_{em} W_{em}$ - elektrmagnit g'altagi hosil qiluvchi magnit yurituvchi kuch;

$$I_{em} = \frac{U}{r_{em}} - \text{g'altak orqali o'tayotgan tok; } W_{em} - \text{g'altakning}$$

o'ramlar soni;

r_{em} - elektromagnit g'altagi ulangan zanjir qarshiligi.

Demak,

$$M_{em} = \frac{C_{\alpha} U^2 W_{em}^2}{r_{em}^2} \quad M_{em} = \frac{C_{\alpha} U^2 W_{em}^2}{r_{em}^2} \quad (5.1)$$

Yakor muvozanatidan kelib chiqqanda $M_{em} = M_{mex}$

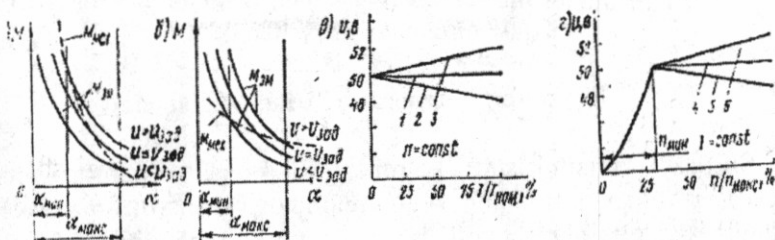
$$U = \frac{r_{em}}{W_{em}} \sqrt{\frac{M_{mex}}{C_{\alpha}}}$$

Shunday qilib, kuchlanish qiymatini (regulatorni sozlash yo'li bilan) qarshilik r_{em} qiymatini o'zgartirish qiymatini o'zgartirish (elektromagnit cho'lg'ami zanjiriga qo'shimcha rezistor ulash) yo'li bilan amalga oshirish mumkin; M_{mex} moment qiymatini prujina tortish kuchiga (undagi maxsus rostlovchi vint bilan) va elektromagnit cho'lg'ami o'ramlar soni W_{em} (kerak bo'lganda uni qayta o'rash yo'li bilan) ga ta'sir etish bilan ham kuchlanish qiymatini o'zgartirish mumkin. Regulatorni sozlashda, asosan avvalgi ikki yo'l ko'proq qo'llanishga ega.

(5.1) formulasidan ko'rinadiki, elektromagnit cho'lg'ami hosil qilayotgan moment M_{em} ga yakor aylanish burchagi ham ta'sir ko'rsatadi. Bu burchakga M_{pr} va M_{st} momentlari qiymatlari ham bog'liq. Elektromagnit momenti M_{em} ning burchak ga bog'liqligi regulatorning *elektromagnit tavsifi* deb ataladi. (5.5 b-rasm). Elektromagnit cho'lg'amiga ta'sir etuvchi kuchlanish U o'zgarganda elektromagnit hosil qiluvchi kuch F_{em} va moment M_{em} o'zgaradi. Demak, har xil kuchlanishda elektromagnit tavsif tepa yoki pastga qarab siljiydi. Natijaviy mexanik moment M_{mex} ning burchakka bog'liqligi regulatorning moment mexanik tavsifi deb yuritiladi. (5.5 v-rasm). Regulator yuqori aniqlik bilan ishlashi uchun uning elektromagnit va mexanik tavsiflarini muvofiqlashtirish zarur. Elektromagnit tavsifi shakliga yakor profili, o'zak qutbi ular oralaridagi havo bo'shlig'i (burchak α o'zgarganda u o'zgaradimi yoki o'zgarmas bo'lib qoladimi) ta'sir ko'rsatadilar. Mexanik tavsif shakli F_{pr} va F_{st} kuchlari o'zgarish ko'rinishlari va yakor o'qi va bu kuchlarni yakor aylangandagi ta'sir etuvchi nuqtalari joyiga bog'liq.

Elektromagnit va mexanik tavsiflarni muvofiqlashtirish maqsadida elektromagnit yakorini maxsus tumshuqsimon qutbli

qilib yasaladi, prujinani esa yakorga lenta va profilli richag (lekalali chizg'ich) yordamida birlashtiriladi. Bu tavsiflarni muvofiqlashtirish ishchi uchastkasi orasida (asosan, eng katta va eng kichik burchak qiymatlarida, ya'ni $\alpha_{\max}$ va $\alpha_{\min}$) olib boriladi.



5.6-rasm. Ko'mir regulatorining mexanik va elektromagnit tavsiflari va RNGni har xil ko'rinishdagi kuchlanish rostanishining grafiklari.

Amalda elektromagnit va mexanik tavsiflar ma'lum bir burchak ostida kesishadilar. Bunday holda M_{em} va M_{mex} tengligi generator ish rejimi o'zgarganda har xil kuchlanish U da sodir bo'ladi. Shunga ko'ra regulator kuchlanishini bir xilda ushlab tura olmaydi va natijada rostlashda ma'lum statik xatolik $\Delta U_{cm} = U_{sep} - U$ (statik rostlash) sodir bo'ladi. Agar mexanik tavsifda ishchi uchastkada elektromagnit tavsifiga nisbatan katta egrilik bo'lsa (5.6 a-rasm), unda yakor burchak α o'zgarishi bilan muvozanat holatni kuchlanishning kichik va kichik qiymatlarida hosil qiladi. Bunda musbat statizm paydo bo'ladi. Boshqacha aytganda, yuklama toki o'zgarishi bilan generator kuchlanishi birmuncha pasayadi (5.6 v-rasmda 2-grafik), aylanish tezligi ortishi bilan (uyg'otish tokini kamaytirish talab etilganda) u ko'tariladi (6-grafik, 5.6 g-rasm). Agar mexanik tavsifning ishchi uchastkasidagi o'zgarish keskin tusga ega bo'lmasa (5.6 b-rasm) unda manfiy statizmga ega bo'lamiz: yuklama toki ortishi bilan generator kuchlanishining ham ko'tarilishi kuzatiladi (5.6 g-rasm) va kuchlanish pasayadi. Ideal muvofiqlashtirishda, ya'ni elektromagnit va mexanik tavsiflar ishchi diapazonning barcha nuqtalarida teng bo'lganlarida rostlashning statik holati sodir bo'ladi (1-rasmlardagi va 4-grafiklar).

Yo'lovchi tashuvchi vagonlarda, odatda, kuchlanish regulatorlari musbat statizm rejimida ishlaydi. Bu generator turg'un ishlashi darajasini ko'taradi.

5.4. Generator kuchlanishini rostlanishning dinamik jarayonlari va RNG ning asosiy tavsiflari

5.4.1. Regulator – generator tizimi tenglamalari

Rostlash dinamikasini ko'mirli RNT ni o'zgarmas tok generatori bilan birga eng og'ir rejimda, ya'ni yuklama (yoki aylanish tezligi) sakrash yo'li bilan bir turg'un holatdan ikkinchi turg'un holatga o'tganda ko'ramiz. Bu holatni funksional sxema yordamida ko'rishlik maqsadga muvofiq (5.7 a-rasm). Unda regulator yakori YaR, uning elektromagnit EM, ko'mir stolb ST, generatorning uyg'otish cho'lg'ami OYaT ko'rsatilgan. Muvozanat bo'lgan davrda regulator yakori YaZ ga uchta moment: M_{pr} – prujina ta'siri, M_{st} – ko'mir stolb reaksiyasi va M_{em} – elektromagnit momenti ta'sir ko'rsatadi. Natijaviy moment $M_q = M_{em} - M_{mex}$. Yakor dastlabki holatdan ma'lum bir $\Delta\alpha$ burchagiga surilganda yakor YaZ ga yuqorida aytilgan momentlardan tashqari yana regulator qo'zg'aluvchi qismlari inersiyasi bilan bog'liq

bo'lgan $m \frac{d^2\Delta\alpha}{dt^2}$ ham ta'sir etadi (bunday m- regulator qo'zg'aluvchi qismlarning keltirilgan massasi). Bulardan tashqari,

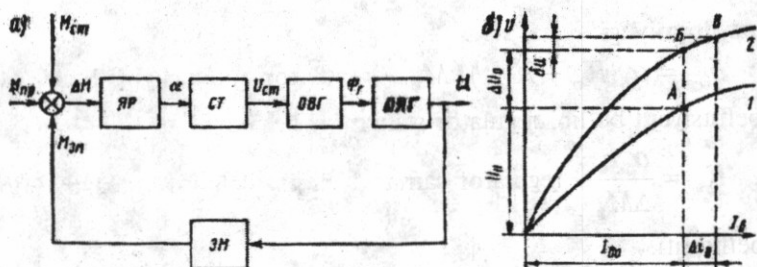
yana bir moment - $k_{dF} \frac{d\Delta\alpha}{dt}$, ya'ni yakor tebranmalarini dempferlovchi moment ta'sir etadi (dempfer induktivlik tomonidan elektromagnit cho'lg'amida yakor harakati davomida hosil bo'luvchi tok ta'sirida paydo bo'ladi).

Shunday qilib, yakor harakati uchun quyidagi ko'rinishda tenglama yozish mumkin:

$$m \frac{d^2\Delta\alpha}{dt^2} + k_{dF} \frac{d\Delta\alpha}{dt} = \Delta M_{em} - \Delta M_{mex}. \quad (5.3)$$

Moment M_{em} elektromagnit cho'lg'amidan o'tayotgan tok i_{em} va yakor holati (5.1-tenglama)ga bog'liq. Yakorning kichik siljishlarida bu momentning qiymati

$$\Delta M_{em} = k_{\alpha} \Delta \alpha + k_i \Delta i_{em}, \quad (5.4)$$



5.7-rasm. O'zgaras tokli geniratorning ko'mirdi ATKning funksional sxemasi (a) va generatorning yuqlash tavsiflari.

bunda, $k_{\alpha} = \left(\frac{\partial M_{em}}{\partial \alpha} \right)_{\alpha_0} - \Delta M_{em}$ va $\Delta \alpha$ oralaridagi

proporsionallik koeffitsiyenti; $k_i = \left(\frac{\partial M_{em}}{\partial i_{em}} \right)_{i_{em0}} - \Delta M_{em}$ va Δi_{em}

oralaridagi proporsionallik ($i_{em0-t=0}$ holatdagi qiymatda).

Moment M_{mex} yakor holatiga bog'liq. Yakorning kichik siljishlarida bu moment o'zgarishi

$$\Delta M_{mex} = k_{mex} \Delta \alpha, \quad (5.5)$$

bunda, $k_{mex} = \left(\frac{\partial M_{mex}}{\partial \alpha} \right)_{\alpha_0} - \alpha_0$ davridagi ΔM_{mex} va $\Delta \alpha$

oralaridagi proporsionallik koeffitsiyenti.

(5.3) va (5.4.) tenglamalardan

$$m \frac{d^2 \Delta \alpha}{dt^2} + k_{\partial \phi} \frac{d \Delta \alpha}{dt} + (k_{mex} - k_{\alpha}) \Delta \alpha = k_i \Delta i_{em} \quad (5.6)$$

(5.6)ning ikkala tomonini $\Delta\alpha/\Delta M_0$ ga ko'paytirsak va quyidagi belgilarni kiritsak: $T_{mex} = \sqrt{\frac{m\alpha}{\Delta M_0}}$ - regulator inersiyasi tufayli hosil bo'luvchi mexanik vaqt doimiyligi;

$T_{dF} = \frac{k_{dF}\alpha_o}{\Delta M_o}$ - regulator dempirlanishi tufayli hosil bo'luvchi vaqt doimiyligi;

$\delta_{reg} = \alpha_o(K_\alpha + K_{mex})/M_0$ - regulator notekisligini belgilovchi koeffitsiyent bo'lib, regulator statizmini belgilaymiz;

$K_m = \frac{\alpha_o K_1}{\Delta M_0}$ - regulator samaradorligini belgilovchi kuchaytirish koeffisienti.

Operator metodini qullab $\frac{d}{dt} = P$ bilan belgilab, (5,6) tenglamaga quyidagi ko'rinishni beramiz:

$$T_{mex}^2 P^2 + T_{ef} P + \delta_{reg}) \Delta\alpha = K_{em} \Delta i_{em}.$$

elektromagnit zanjiri uchun quyidagini yozamiz

$$U = i_{em} Ch_{em} + L_{em} \frac{di_{em}}{dt}, \quad (5.7)$$

bunda, r_{em} , L_{em} - elektromagnit g'altagi zanjirining aktiv qarshiligi va induktivligi.

O'rnatilgan qiymat i_{emo} ga nisbatan kichik siljishlar uchun

$$\Delta U = \Delta i_{em} ch_{em} + L_{em} (d\Delta_{em} / dt)$$

yoki

$$\frac{\Delta U}{ch_{em}} = \Delta i_{em} (1 + T_m P),$$

bunda, $T_{em} = \frac{L_{em}}{r_{em}}$ - induktivlik tufayli hosil bo'luvchi elektromagnit vaqt doimiyligi.

Hisob-kitoblar va tajribalar shuni ko'rsatadiki, vaqt doimiyliги Tem juda kichik qiymatlarga ega va uni tashlab yuborish mumkin, unda

$$\Delta U = \Delta i_{em} r_{em}, \quad (5.8)$$

Ko'mir regulatori stolbidagi kuchlanish pasayishi ΔU_{cm} bilan yakor holati oralarida chiziqli bog'liklik bor deb hisoblansa

$$\Delta U_{st} = K_{st} \Delta \alpha, \quad (5.9)$$

bunda $K_{st} = \left(\frac{\partial U_{st}}{\partial \alpha} \right)_{\alpha_0}$ - ko'mir stolbning kuchaytirish koeffitsiyenti.

(5,5), (5,6) va (5,7) tenglamalarini birlashtiradigan bo'lsak ko'mir regulatorining rostdash obyekti sifatidagi ART tenglamasini olamiz:

$$(T_{mex}^2 p^2 + T_{dF} p + \delta_{reg}) \Delta U_{st} = \frac{K_{em} K_{st}}{Ch_{em}} \Delta U. \quad (5.10)$$

Generatorning paralel ulanuvchi qo'zg'otish cho'lg'ami zanjiriga quyidagi formulani yozish mumkin:

$$U = i_B ch_B + L_B \frac{di_B}{dt} + u_{st},$$

yoki kichik og'ishlar uchun:

$$\Delta U = \Delta i_B Ch_B + L_B \frac{d\Delta i_B}{dt} + \Delta U_{st}. \quad (5.11)$$

Yuklama toki I_{ya1} va aylanish tezligi n_1 ning ma'lum bir qiymatlarida uyg'otish toki qiymatini ko'paytirish bilan generator kuchlanishi yuklama tavsifi bo'yicha o'zgaradi (5.7 b-rasm dagi 1-grafik). Boshqa qiymatlar, ya'ni $I_{ya2} > I_{ya1}$ yoki $n_2 > n_1$, bo'lganda - yuklama 2-grafigi bo'yicha o'zgaradi.

Aytaylik, boshlang'ich davrda generator - regulator tizimi A nuqtasiga to'g'ri keldi (uning koordinatalari I_{v0} va U_0). Yuklama toki I_{ya} yoki n ning oniy o'zgarishida kuchlanish generatori "sakrash" yo'li bilan ΔU_0 ga ortadi, vaholanki uyg'otish cho'lg'ami induktivligi tufayli uyg'otish toki 1 - soniyada o'zgarmay

qolaveradi. Shundan keyin kuchlanish U o'zgarish jarayoni grafik (2) (BV – kesma) bo'yicha davom etadi. Bu kesmani to'g'ri chiziq bilan almashtirsak

$$\delta U = K_u \Delta i_B = \Delta U - \Delta U_o,$$

$$\text{bunda, } K_u = \left(\frac{\partial U}{\partial i_{BO}} \right)_{BO} \text{ Bundan}$$

$$\Delta i_B = \frac{\Delta U - \Delta U_o}{K_u}.$$

Tok ΔI_V qiymatini qo'yib, $\frac{d}{dt}$ ni R bilan almashtirsak generator qo'zg'atish cho'lg'ami uchun quyidagi formulani olamiz:

$$(T_{BP} + S_E) \Delta U + \Delta U_S (1 - S_E) = \Delta U_o, \quad (5.12)$$

$$\text{bunda, } T_B = \frac{L_B}{Ch_n} - \text{qo'zg'atish cho'lg'ami vaqt doimiyligi;}$$

$$S_E = 1 - \frac{k_u}{Ch_B} - \text{o'z-o'zini tekislash ko'effitsiyenti bo'lib,}$$

generatorning o'z – o'zini uyg'otish bo'yicha statik turg'unligini belgilaydi.

Tenglamalar (5.10) va (5.12) dan o'zgaruvchan ΔU_{ST} ni yo'qotib regulator generator tizimi uchun avtomatik roslashning quyidagi umumiy tenglamasini olamiz:

$$\begin{aligned} & \Delta U [T_{mex}^2 T_B P^3 + (T_{mex}^2 S_E + T_B T_{df}) P^2 + (T_{df}^2 S_E + T_B \delta_{reg}) P + S_E \delta_{reg} + k_m k_{cm} (1 - S_E)] = \\ & = \Delta U_o (T_{mex}^2 P^2 + T_{df} P + \delta_{reg}) / Ch_{cm} \end{aligned} \quad (5.13)$$

5.4.2. Rostlash aniqligi

Ko'rib o'tilgan avtomatik rostlash tizimi (ART) funksional sxemasi (5.7 a-rasm) uchun tuzilgan tenglama (5,13) da ko'rsatilgan rejim uchun $t = \infty$ va $p = 0$ deb quyidagiga ega bo'lamiz :

$$\Delta U \left[(S_E \delta_{reg} + k_m k_{st} (1 - S_E)) \right] = \Delta U_o \delta_{reg} / r_{em}.$$

Bundan statik xatolik

$$\Delta U_{st} = \frac{\delta_{reg}}{Ch_{em}} [S_E \delta_{reg} + k_m k_{st} (1 - S_E)] \quad (5.14)$$

(5.14) dan ko'rinadiki, ΔU_{ST} regulatorning statizmiga bog'liq bo'lib, koeffitsiyentlar δ_{reg} va kuchaytirish koeffitsiyenti $K_M \cdot K_{ST}$ ga bog'liq ekan. Kuchaytirish koeffitsiyenti $K_m \cdot K_{ST}$ ortishi bilan statik xatolik kamayadi, regulator statizmi ortganda δ_{reg} ham ortadi. Regulatorni statik sozlanganda ($K_{\&} = K_{mex}$ va $\delta_{reg} = 0$) xatolik $\Delta U_{st} = 0$ Biroq bunday sozlash kuchlanishni rostlash turg'unlik jarayonini pasayishiga sababchi bo'ladi.

Generator yuklanishini oshirilganda va aylanish tezligini kamaytirilganda yuklanish tavsifining tok o'qiga nisbatan og'ishi (5.7 b-rasm) kattalashadi; bunda koeffitsiyent K_4 ko'payib, o'z - o'zini to'g'irlovchi koeffitsiyent S_E kamayadi. Natijada, ΔU_{ST} kuchayadi. Mustaqil qo'zg'otishli generator ($S_E = 1$) statik xatolik o'z-o'zini uyg'otuvchi generatordagiga qaraganda kichikroq ($0 < S_E < 1$).

Rostlash jarayonida statik xatodan tashqari yana regulator konstruksiyasining takomillashgani sababli (ko'mir regulatorida ishqalanish tufayli magnit tizimining gisterezisi, prujina gisterezisi materiallar "qarishi", atrof - muhit haroratining o'zgarishi, magnit kuchaytirgichli regulatorlarida va yarim o'tkazgichli kuchaytirgichlarda o'zgaruvchan tok, kuchlanish chastotalari o'zgarishi, yarim o'tkazgichli qurilmalar elementlari, kondensatorlar parametrlarining o'zgarishi va b.) qo'shimcha xatoliklar bo'ladi. Shunga ko'ra, qo'shimcha xatoliklar (harorat, chastotali, kuchlanishli) mavjud. Vaqt o'tishi bilan purjina xossalarini

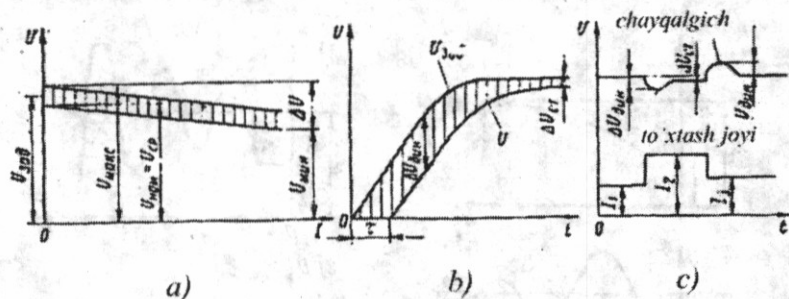
o'zgarishi, yarim o'tkazgichlar parametrlarining o'zgarishi va shunga o'xshash jihozlar o'zgarishi oqibatida paydo bo'luvchi aniqliklar regulatorning nomotadilligi deb yuritiladi.

Ko'mir stolbini absolut egiluvchan deb bo'lmaydi, u qisman qoldiq defarmasiyaga ega, shunga ko'ra, uning qarshiligi kuch R ga nisbatan shaklan gisterezis sirtmog'iga o'xshaydi. Bu holat va ishqalanish borligi, elektromagnit va prujina tizimlaridagi gisterezislar regulatorda ma'lum bir zonada sezgirlik yo'qligini keltirib chiqaradi. Natijada, kuchlanish U ning yuklama yoki aylanish tezligiga bo'lgan munosabati bitta emas, balki ikkita grafik bilan aniqlanishini ko'rsatadi (5.8 a-rasm) Bu holdagi kuchlanishning eng katta farqi ΔU ko'payadi. RNG barcha turlarining statik rejimdagi rostlashlari aniqligi $\pm 3\%$ ni tashkil qiladi. Ko'mir stolbi gisterezisini kamaytirish maqsadida ko'mir halqalarini kam qoldiq deformatsiyaga ega materiallar (elektrografitlangan ko'mir) dan yasaladi. Magnit tizimi gisterezisini kamaytirish uchun regulator o'zagi va yakorini koertitsiv kuchi kam bo'lgan ferromagnit materialdan tayyorlanadi. Vibratsiya ta'sirini yo'qotishlik maqsadida yakorni aylanuvchi o'qqa nisbatan simmetrik ravishda joylashtiriladi, bu regulatorni tebranish va vibratsiyaga kam ta'sirchan qiladi.

Regulator ishlaganda va atrof — muhit harorati ko'tarilganda elektromagnit cho'lg'ami harorati ortadi va uning qarshiligi ko'payadi, shu bois cho'lg'amdan o'tuvchi tok kamayadi va u o'z navbatida, yakorni o'zakka tortilish kuchini kamaytiradi; natijada, regulator generator kuchlanishini oshiradi (ko'mir stolbi qisiladi). Harorat o'zgarishining regulator ishiga ta'sirini kamaytirish uchun elektromagnit cho'lg'ami bilan ketma — ket ravishda nixrom, konstantan yoki magnanindan yasalgan qo'shimcha rezistor R_{TK} ulash tavsiya etiladi; bunday materiallardan yasalgan qarshiliklar qiymati haroratga bog'lik bo'lmaydi. Rezistor R_{TK} qarshiligi elektromagnit cho'lg'ami qarshiligiga qaraganda bir necha barobar katta qiymat bilan olinishi tufayli shu zanjirning umumiy qarshiligiga harorat o'zgarishi juda kam ta'sir ko'rsatadi. Qizish davomida ko'mir stolb uzunligi o'zgarishi stolb egiluvchi deformatsiyasi kuchi F_{ST} ni oshishga va magnit M_{mex} ni

o'zgarishiga sababchi bo'ladi. Bu hodisani kompensatsiyalash uchun maxsus kompensatsiyalovchi qurilmalar ishlatiladi.

Xatoliklarning ichki turi — o'rnatilgan va dinamik turlari mavjud, boshqacha aytganda kuchlanishning o'rnatilgan qiymati U dagi xatolik va o'sish davridagi, ya'ni beriluvchi kuchlanish U_{ber} , yuklama toki yoki aylanish chastotalari keskin o'zgarganidagi xatoliklar. Masalan, beriluvchi kuchlanish U_{ber} ma'lum bir grafik bo'yicha (5,8 a-rasm) o'zgarganda kuchlanish U uning ketidan xuddi undek emas, balki boshqa grafik bo'yicha o'zgaradi. Bunda regulatordagining inersiya natijasida, rostlanish jarayoni vaqt bo'yicha ma'lum bir kechish bilan o'tadi; U_{ber} va U oralaridagi farq dinamik rejim U_{din} da statik rejimdagi ga qaraganda anchagina katta.

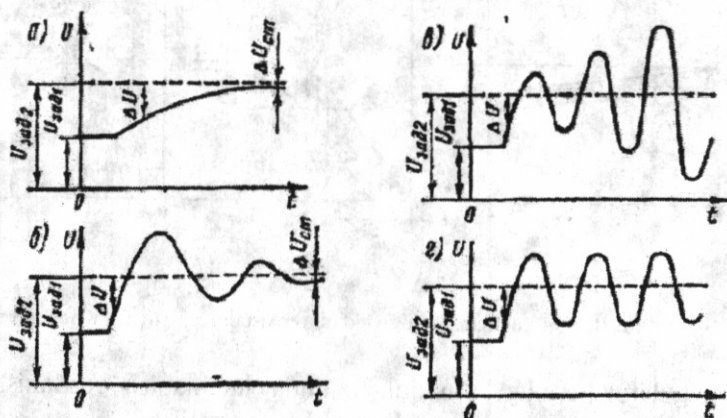


5.8-rasm. Rostlovchi kuchlanishning yuklama toki beruvchi signalga bog'liqligi.

Regulator xatoligi dinamik rejimda kuchlanish rostlanishida "jarlik"lar va o'zgarishlar bilan o'tishi kuzatiladi (5.8 v-rasm). Masalan, regulator kechkishi tufayli yuklama toki I_1 dan I_2 gacha o'zgarganda kuchlanish U birinchi keskin o'zgaradi. So'ngra regulator generatorga ta'sir etib, uning kuchlanishini ko'taradi, biroq uning qiymati I_1 tokidagi qiymatdan kichik bo'ladi. Bunga sabab — statik xatolik ΔU dir, yuklama tokini I_2 dan I_3 gacha kamaytirilsa kuchlanish qiymati "qalqishi" kuzatiladi. Kuchlanishi "jarligi" va "qalqishi" ΔU_{din} yuklanish noldan to nominal qiymatgacha o'zgarganda 15 – 20 % dan oshmasligi kerak.

5.4.3. Ishlash turg'unligi

Kuchlanish regulatorining ishlash jarayonida yuklama tokida keskin o'zgarishlari bo'lishi mumkin (akkumulator botareyalari, kuchli iste'molchilarni ulash va uzish), ba'zan beruvchi signal U_{ber} ta'sirida ham o'zgarishlar sodir bo'lishi kuzatiladi (ba'zibir tizimlarda kunduzgi ishlash rejimidan kechki ish rejimiga o'tish). Shu munosabat bilan avtomatik rostanuv tizimi (ART) da o'tkinchi jarayonlar paydo bo'ladi va u rostanayotgan qiymat U ni o'zgarishga sababchi bo'ladi. Agar ART da o'tkinchi jarayon tugashi bilan tizim yana o'rnatilgan holatga qaytadigan bo'lsa, u turg'un tizim deb ataladi. Bunday tizimda rostanuvchi kuchlanish U beruvchi qiymatning sakrash yo'li bilan U_{ber1} dan U_{ber2} ga o'tishida o'zgarishi jarayoni 5.9 a,b-rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi.



5.9-rasm. U_{ber} ning sakrab o'zgarishidagi rostanuvchi kuchlanish U ning ART turg'un va turg'un bo'lmagandagi grafiklari

Rostlanuvchi kuchlanishning dastlabki og'ishi ΔU berilgan qiymatdan asta-sekin kamayib boradi (bir me'yorda yoki kichik bir tebranishlar bilan) va statik xato ΔU_{st} ga yaqinlashaveradi.

Ba'zibir tizimlarda, agar ular parametrlari noto'g'ri tanlangan taqdirda tizim noturg'un ishlaydi. Bunday tizimlarda to'satdan notinchlik qo'zg'otgich yuklamasi o'zgarishi ro'y berganda U_{ber} o'zgarishi bilan tizim turg'un holatga kelmaydi va paydo bo'lgan og'ishlik ΔU (5.9 v-rasm) o'sa boradi yoki uzluksiz davriy

o'zgaradi. (5.9 g-rasm), boshqacha aytganda kuchlanishning yangi o'rnatilgan qiymati U_{ber} atrofida tebranib turadi (tizimning erkin tebranishlari). Turg'un ishlamagan ART ishga yaroqli bo'lmaydi, shunga ko'ra turg'unlik har kanday kuchlanishni rostlovchi tizimning kerakli sharti hisoblanadi.

Rostlanuvchi kuchlanish aperiodik qonun bilan o'zgaradigan bo'lsa (5.9 a-rasm), bunday tizim har kanday tashqi ta'sir natijasida ham turg'un ishlaydi. O'tkinchi jarayon 5.9 b-rasmdagidek o'zgargan tizimlarda turg'un holat ruy berishi regulatorning ba'zi bir parametrlari (kuchaytirish koeffitsiyenti, inersionlik va b.) o'zgartirilganda ro'y beradi yoki juda katta tashqi ta'sir natijasida turg'unlik holatini yo'qotishi mumkin.

Misol tariqasida generator — regulator tizimi o'tkinchi jarayonini ko'rib o'tamiz. ART o'zgarmas tok generatori va ko'mir RNG ga asoslangan (5.7 a-rasm). Bu holda generator kuchlanishi yuqorida aytib o'tilgan sabablarga binoan keskin kamayadi, regulator yakori aylanadi va ko'mir stolbga bo'lgan bosim kuchayadi. Natijada generator uyg'otish toki va kuchlanish U ko'tariladi. Yakor siljish tezligi kuchlanish og'ishiga yoki elektromagnit g'altagi tokining o'rnatilgan qiymatdan og'ishga to'g'ri proporsional bo'lgani sababli yakor o'z induksiyasi bo'yicha muvozanat holatidan o'tadi va generator kuchlanishi U_{ber} qiymatdan oshgandagina to'xtaydi. Bu onda yakorning siljishi boshlanadi va kuchlanish boshqa tomonga qarab o'zgaradi. Ma'lum bir sharoitda bu jarayon so'nmaydigan holatga o'tishi va generator kuchlanishi ma'lum bir o'rta qiymat atrofida ma'lum bir chastota bilan tebranib turadi (5.9 g-rasm) Tebranma holatda ishlashga ko'mir stolbi ham o'tadi. Kuchlanish tebranishi iste'molchilar uchun eng kerak bo'lmagan hol hisoblangan, stolb tebranishi ko'mir stolb shaybalarining qizishi va ishdan chiqishiga sababchi bo'ladi.

O'zgarmas koeffitsiyentlarga ega chiziqli differensial tenglamalar bilan ifodalanuvchi ART turg'un bo'lishi va ishlashi uchun tavsifiy tenglama koeffitsiyentlari noldan katta bo'lishlari kerak (5.13) tenglamasiga qo'llanadigan bo'lsa turg'unlik sharti quyidagi tengsizliklar bilan aniqlanadi:

$$\left. \begin{aligned} S_E T_{df} + T_B \delta_{reg} &> yu; \\ S_E \delta_{reg} + K_m K_{st} (1 - S_E) &> 0. \end{aligned} \right\} \quad (5.15)$$

Bundan kelib chiqadiki, regulator **RNG** musbat statizmiga sozlangan bo'lishi va unda $b_{rech} > 0$ bo'lishi darkor. Manfiy statizmga sozlashg, shuningdek, regulatorni astatik sozlash ($b_{rech} = 0$) turg'unlik holatini keskin pasaytirib yuboradi. Turg'un ishlash shartiga o'zini to'g'rilash koeffitsiyenti S_E katta ta'sir etadi. Generator yuklama tavsifining liniyaviy uchastkasida ishlaganida $r_B = k_U$ va $S_E = 0$. Bu holat (5.15) ning chap qismini kamayishiga olib keladi, demak, turg'unlik holati pasayadi. Shu bois turg'unlik nuqtai nazaridan kelib chiqqanda eng noqulay rejim bu mashina kam to'yingan holatda, ya'ni generatorning salt ishlash davriga, eng katta aylanish tezligiga ega bo'lganda va S_E eng kichik qiymatga ega bo'lganda ro'y beradi.

Tenglama (5.7) ni Rauss-Gurvisning matematik kriteriylari bo'yicha tahlil qiladigan bo'lsak turg'unlik holati quyidagi shart bajarilsa sodir bo'lar ekan:

$$k_{st} k_{em} (1 - S_E) > \left(\frac{S_E}{T_B} + \frac{T_{df}}{T_{mex}} \right) (S_E T_{df} + \delta_{reg} T_B) \quad (5.16)$$

Bundan ko'rinadiki, regulator kuchaytirish koeffitsiyenti $K_M K_{ST}$ ni ortishi bilan turg'unlik og'irlashar ekan. Turg'unlik o'zini tug'rilash koeffitsiyenti S_E , dempferlash doimiyliigi T_{A0} ortishi va generator uyg'otish cho'lg'ami vaqt doimiyliigi T_V va regulator vaqt doimiyliigi T_{MEX} ni kamayishi bilan ko'payar — ortar ekan.

Generator yakori reaksiyasining magnitlanish xususiyati (ketma-ket ulanuvchi qo'zg'atish cho'lg'aming katta magnitlovchi kuchi) va regulator statizmining kamayishi (b_{reg} qiymati kamligi) turg'unlik sharoitini og'irlashtiradi. Hisob-kitoblar shuni ko'rsatadiki, agar u statik xatoni 2 — 3 % dan oshirmasa, regulator dempferlash vaqt doimiyliigi T_{A0} ga keskin ta'sir ko'rsatmasdan turib (T_{A0} ni keskin oshirmasdan turib) **ART** da turg'un holatni

ta'minlab bo'lmaydi. Bu maqsadda ko'mir regulatorida havodempfer — xotirjamlagich ko'rinishidagi stabillovchi qurilma qo'llaniladi (5.3 va 5.4-rasmlar). Barcha stabillovchi qurilmalar, asosan yakor harakat tezligini muvozanat holatiga yaqinlashishida pasaytirishga qaratilgan. Dempfer—xotirjamlagich qo'shimcha kuch hosil qilib, yakor yo'nalishiga teskari ravishda harakatlanadi.

Rostlovchi kuchlanish katta miqdorda o'zgarganda prujina dempfer bilan birgalikda o'tkinchi holatni tezlikda, boshlang'ich davrida, so'nishni ta'minlaydi. So'ngra yakor harakati tezligi, ya'ni kuchlanish, kamayadi va dempfer yordamida og'ishliklar asta-sekin yo'qotiladi. Prujina bilan dempferning hamkorligi izodromli qurilma deb ataladi. U o'tkinchi holat so'nishini va tebranishlarni kamaytirishni ta'minlaydi.

5.4.4. Uyg'otish toki o'zgarish ko'lami

Agar grafikni quradigan bo'lsakda, unda gorizontaal o'q bo'yicha uyg'otish cho'lg'amidagi qo'shimcha qarshilik r_A ni (ya'ni kuchlanish regulatoridagi rezistor, reostat, tranzistor, tiristor va boshqa qurilmalar qarshiliklari), vertikal o'q bo'yicha generatorning salt ishlagandagi kuchlanishi U_0 ni qo'ysak, unda har xil aylanish tezligi n_1, n_2, n_3 , va x. k. lar uchun 5.10-rasmda keltirilgan grafiklarga ega bo'lamiz. Agar bu grafiklardan normal kuchlanish U_N ga taaluqli gorizontaal (rasmda punktir) liniya o'tkazsak, unda A nuqta $n_{\max}$ ga tegishli bo'lib, qo'shimcha qarshilik $r_{A.\max}$ ni belgilaydi va u qo'zg'atish cho'lg'amiga ulanishi kerak bo'lgan har bir aylanish tezliklaridagi qarshiliklar bo'lib chiqadi. Bunda berilgan U_{NOM} ni faqat n_{MIN} dan kam bo'lmagan tezlikda va r_A to'laligicha sxemadan chiqarilgan bo'lishi, ya'ni $R_{b.\text{MIN}} = r_B$ va n_{MAX} dan yuqori bo'lmasligi, (5,17) $R_{b.\text{MIN}} = r_B + r_A$ bo'lishi kerak.

Yuqorida ko'rilgan qo'shimcha qarshilik r_A ning o'zgarish ko'lami yuklama tokini hisobga olmagan holda aniqlandi. Bu tokning o'zgarishi r_A o'zgarish ko'laminini kengaytirishni talab etadi. Buning uchun generatorning rostlanish tavsifidan foydalaniladi.

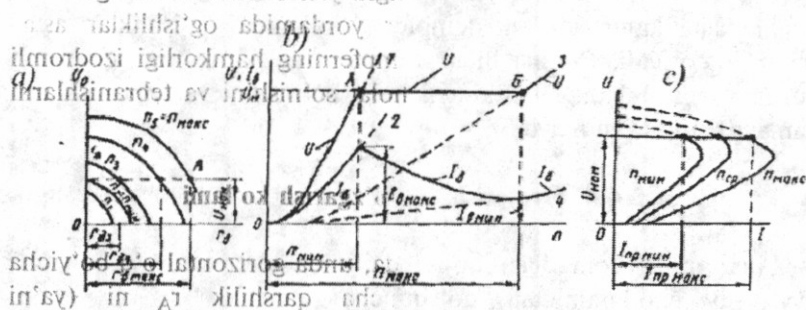
Eng katta uyg'otish toki qiymati $I_{V.\text{min}}$ qiymati n q $n_{\max}$ bo'lganda va salt ishlash davrlarida aniqlanadi. $I_{V.\text{MAX}}$ $I_{V.\text{MIN}}$

nisbati qo'zg'atish cho'lg'ami tokining roslash koeffitsiyenti k_i deb aytiladi. (yo'lovchi tashuvchi vagonlar generatorlari uchun $k_i = 12 \div 15$).

$$I_{Bmax} = \frac{U}{Ch_b}, \quad I_{Bmin} = \frac{U}{Ch_b + Ch_{bmax}}, \quad k_i = \frac{I_{Bmax}}{I_{Bmin}} = \frac{Ch_b + Ch_{bmax}}{Ch_b}.$$

Demak, roslash tavsifidan koeffitsiyent k_i ni topib, uyg'otish cho'lg'amining eng katta qo'shimcha qarshilikini qo'yidagiga aniqlaymiz:

$$r_{dmax} = r_v(k_i - 1)$$



5.10-rasm. Generator kuchlanishining regulator bilan ishlagandagi uyg'otish cho'lg'amidagi qo'shimcha qarshiligi, aylanish tezligi, yuklama tokiga bog'liqlik grafiklari.

5.10-b-rasmida regulator ishlagandagi generator kuchlanishi U va uyg'otish toki I_v ning aylanish tezligi n ga bog'liqlik grafiklari keltirilgan. Generator eng kichik tezlik n_{min} ga yetgunga qadar uyg'otish cho'lg'ami zanjiridagi qo'shimcha qarshilik r_A amalda nolgacha teng, shunga ko'ra, generator kuchlanishi va uyg'otish toki aylanish tezligi ortishi bilan kattalashadilar (1 va 2 — grafiklar). Grafik 1 uyg'otish cho'lg'amida r_{vmin} bo'lgandagi $U = \Psi(n)$ — generatorning o'z uyg'otish tavsifi hisoblanadi. Tezlik n_{min} bo'lganda uyg'otish toki eng katta qiymat I_{vmax} ga ega bo'ladi.

Aylanish tezligi ko'tarila borgan sari kuchlanish regulatori ishga tushadi va qo'shimcha qarshilik r_A ni zanjirga kirita boradi — natijada uyg'otish toki kamaya borib, generator kuchlanishini berilgan darajada ushlab turadi. Aylanish tezligi n_{max} ga yetganda uyg'otish toki eng kichik qiymat I_{vmin} ga yetadi. Tezlikning bundan keyingi o'sishi generator kuchlanishi va uyg'otish toki

qiymatlarini qayta o'sishga olib keladi, chunki r_G ning barcha qarshiligi uyg'otish cho'lg'ami zanjiriga kiritilgan va r_A boshqa o'zgarishi mumkin emas. Generator kuchlanishi uyg'otish toki (3 va 4 – grafiklar) da ko'rsatilgandek o'zgaradi. Grafik 3 $U = F(n)$ o'z – o'zini uyg'otish rejimidagi tavsifi bo'lib, uyg'otish cho'lg'amidagi qarshilik $r_A = R_{V,MAX}$ bo'lganda olingan A nuqtasi kuchlanish regulatori ishga tushganligini, B nuqtasi esa regulator ishdan to'xtaganligini bildiradi. Demak, toklar nisbatini: $I_{V,MAX} / I_{V,MIN}$ to'la – to'kis aylanish tezligi ishchi ko'lamini bildiradi, bunda regulator kuchlanishni berilgan qiymat darajasida ushlab turadi.

5.4.5. Yuklama toki o'zgarishi ko'lamini

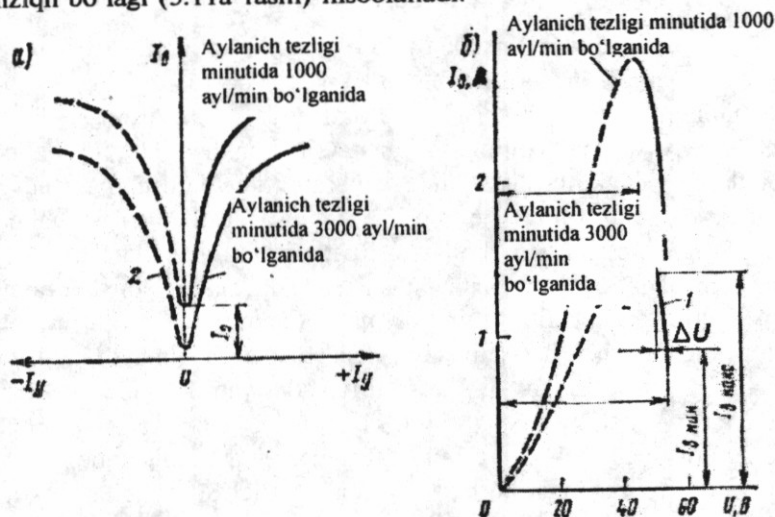
Generator kuchlanishi rostlanganda tok o'zgarishining chegaraviy qiymati uning tashqi tavsifi shakliga bog'liq bo'ladi. Yuklama toki ko'tarilishi bilan generator kuchlanishi pasayadi va bunga generatorning "e'tibori" aylanish tezligi o'zgargandagi "e'tiborga" o'xshagan bo'ladi. Rostlanuvchi kuchlanish U_{NOM} ma'lum qiymatida har bir aylanish tezligida ma'lum bir chegaraviy tok I_{PR} to'g'ri keladiki, uning qiymati bundan – da oshsa regulator endi kuchlanishni berilgan darajada ushlab tura olmaydi. Aylanish tezligi n_{MIN} bo'lsa tok I_{PR} kritik qiymatga yaqin bo'ladi va vagon generatori uchun I_{NOM} 100 – 110% ga teng. Demak, generatorning kichik aylanish tezligiga ega bo'lganida quvvat bo'yicha zaxiraga ega bo'ladi. Aylanish tezligi ortishi bilan tokning eng katta qiymati I_{PR} q (2 : 4) I_N ga teng.

5.5. Magnit kuchaytirgichli regulator

Bunday regulatorlarning ijrochi organi bo'lib, rostlanuvchi induktiv qarshilik hisoblanadi. U generator uyg'otish cho'lg'amiga ulanib, undan o'tayotgan tok qiymatini o'zgartirib boradi. Rezistor (masalan, ko'mir stolbi) o'rniga induktiv qarshilikni qo'llash regulatorda sodir bo'ladigan isroflarni yo'qotadi, natijada elementlar qizishi yo'qotiladi va regulatorni tezda ishdan chiqish hollari kamayib, ishlash puxtaligi ortadi. Magnitli kuchaytirgich

o'lchov qurilmasi bilan hamkorlikda ishlab, generator kuchlanishini o'lchaydi va tegishli ravishda magnit kuchaytirgichi qo'zg'otish cho'lg'ami tokini o'zgartiradi. Bu tok kuchaytirgich magnit tizimini to'yintira boshlaydi, natijada chiqish qismidagi cho'lg'am induktiv qarshiligi o'zgarib, generator uyg'otish cho'lg'ami tokini ham o'zgartiradi.

Magnit kuchaytirgichi chiqish qismidagi tok (bizning holda generator uyg'otish cho'lg'amidagi tok) boshqaruv toki orasidagi munosabat kuchaytirgichning boshqaruv tavsifi deb yuritiladi. Bu tavsifning ishchi qismi bo'lib, uning boshlang'ich davridagi to'g'ri chiziqli bo'lagi (5.11a-rasm) hisoblanadi.



5.11-rasm. Magnitli kuchaytirgichni boshqarish tavsifi va uning chiqish qismidagi kuchlashining generator kuchlanishiga bog'liqligi.

Kuchlanish regulatorida faqat musbat toki I_U ga taalluqli bo'lgan tavsif bo'lagi ishlatiladi. Kuchaytirgichning magnit tizimi shunday bajariladiki, salt ishlagandagi tok I_0 iloji boricha kichik qiymatga ega bo'lsin, tavsifning ishchi bo'laklari gorizontga nisbatan katta burchak ostida oqqan bo'lsin. Shundagina kichik boshqaruv toki I_U yuklama zanjiridagi tokni katta o'zgarishga olib keladi. Shunga ko'ra, kuchaytirgich magnit o'tkazgichi yuqori magnit xossasiga ega bo'lgan materialdan yasaladi, ko'ndalang

kesim yuzasi esa shunday tanlanadiki, boshqaruvchi signal bo'lmagan vaqtda u kichik magnit qarshiligiga ega bo'lsin. Kuchaytirgichning ishchi (chiqish qismidagi) cho'lg'ami induktivligi $X_L = \omega L$, demak, uyg'otish toki I_V ham boshqarish toki I_U ga bog'liq, shuningdek, u chastota $\omega = 2 \pi f$ va generator aylanish tezligiga ham bog'liq bo'ladi. Shuning uchun generator aylanish tezligining har xil qiymatlarida magnitli kuchaytirgich har xil boshqarish tavsiflariga ega. Kuchaytirish regulatorida chiqish tokining generator kuchlanishiga bog'liqligi har xil yo'sinda o'tadi (5.12b-rasm). Bu hol ART da chastotaviy xatoni keltirib chiqaradi.

Generator yuklamasining noldan eng katta qiymatgacha o'zgarishi regulator tomonidan uyg'otish tokini $I_{B.MIN}$ dan to $I_{B.MAX}$ gacha avtomatik ravishda o'zgartirishga mos keladi. Bunda generator kuchlanishi ΔU ga o'zgaradi (regulator statizmi). Ilgari aytganimizdek, ΔU ning o'zgarish volt – amper tavsifining og'ish burchagiga bog'liq bo'ladi (uzluksiz liniya). Generator aylanish tezligini oshirish volt – amper tavsifini I_B ning kichik tok uchastkalariga surib yuboradi va natijada rostlash sharoiti yengillashadi.

5.6. Yarim o'tkazgichli kuchlanish regulatorlari

Qo'llanayotgan yarim o'tkazgichli priborlarga qarab bu regulatorlar tranzistorli va tiristorli regulatorlarga bo'linadi. Ishlash rejimiga ko'ra, ularning generator uyg'otish tokini mayinlik va impulsli rostlovchi turlari ma'lum. Yo'lovchi tashuvchi vagonlarda impulsli tiristorli regulatorlar eng ko'p tarqalishga ega.

5.6.1. Impulsli rostlash tamoyili

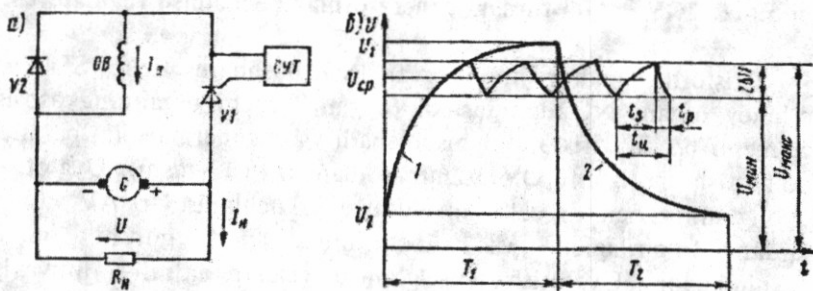
Regulatorning ijrochi organi bo'lib tiristor VI (5.12a-rasm) xizmat qiladi. U generator uyg'otish cho'lg'ami toki I_B ni impulsiv ravishda rostlaydi. Tiristor VI ga boshqaruv tizimidan berilayotgan boshqaruv signali SUT davriy ravishda qo'zg'otish cho'lg'amini yakorga ulab – uzib turadi. Tiristor VI ochilganda yakor

cho'lg'amidan qo'zg'atish cho'lg'ami OV ga impulsli kuchlanish berilib turadi. Natijada, uyg'otish toki I_B da, demak, generator kuchlanishi U da ham, o'tkinchi jarayon paydo bo'ladi. Generator kuchlanishi eksponenta (1) (5,12b-rasm) bo'yicha o'zgaradi. Tiristor yopilganda qo'zg'atish cho'lg'amiga tok teskari ulangan diod V_2 oqishi davom etadi. Bunda elektr manbai vazifasini qo'zg'otish cho'lg'amida g'amlangan elektromagnit energiya bajaradi. Bu energiya kamayaborishi bilan uyg'otish toki va generator kuchlanishi eksponenta (2) bo'ylab kamaya boradi.

Agar tiristor VI ning ochilish va yopilishi uzoqroq vaqt ichida cho'ziladigan bo'lsa, unda generator kuchlanishi ham sekinlik bilan o'zining o'rnatilgan qiymatlari U_1 va U_2 ga etadi. Har bir o'tkinchi jarayon vaqtlari T_1 va T_2 generator uyg'otish cho'lg'ami vaqt doimiyligi $T_B = L_B / r_B$ ga bog'liq. Bu vaqt tiristorning ochilish va yopilish vaqtlariga qarab har xil bo'lishi mumkin. Binobarin, regulator ishi davomida tiristor VI ning ochilishi va yopilishi yuqori chastotalarda o'tishi mumkin. Shu bois uning ish davri t_s T_1 va T_2 larga nisbatan juda kichik bo'lar ekan, natijada, generator kuchlanishi o'zining chegaraviy qiymatlari U_1 va U_2 ga etishga ulgurmaydi va qandaydir o'rtacha qiymat U_{CP} atrofida pulslanib turadi (pulslanish qiymati $2 \Delta U$ ga teng). Uyg'otish toki va generator kuchlanishi o'sishiga ketgan vaqt uyg'onish cho'lg'ami yopiq zanjiri nisbati bilan aniqlanadi:

$$\tau_3 = \frac{t_3}{t_s} = \frac{t_3}{t_3 + t_r} \quad (5.18)$$

bunda, t_3 — tiristorning ochiq bo'lgandagi vaqti;
 t_R — tiristorning yopiq bo'lgandagi vaqti;
 t_s — sikl vaqti (u ipmulslar qaytariluv vaqti chastotasiga teskari proparsional).



5.12-rasm. Impulsiv tiristorli regulatorli ARTning sxemasi (a) va funksional generatorning kuchlanishi o'zgarishining grafigi (b).

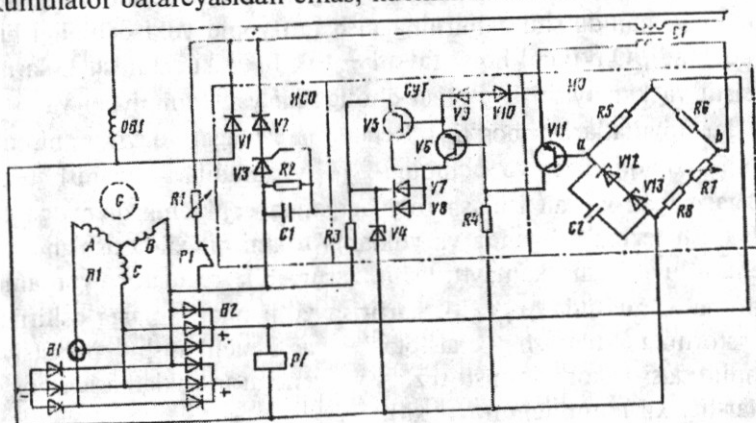
Uyg'otish toki va generator kuchlanishi pasayishiga ketadigan vaqt uyg'otish cho'lg'ami zanjirining nisbiy ochiqligini tavsiflaydi:

$$\tau_r = \frac{t_r}{t_n} = \frac{t_r}{t_3 + t_r} \quad (5.19)$$

Uyg'otish toki I_{Vsr} ning o'rtacha qiymati va generator kuchlanishining o'rtacha qiymati uyg'otish cho'lg'ami zanjirining qarshiligi hamda shu zanjirning nisbatan yopiq yoki ochiqligi bilan aniqlanadi. O'tkinchi holat tavsifi — tok I_V va kuchlanish U larning o'sishi va kamayishi uyg'otish cho'lg'ami vaqt doimiyligi va τ_3 va τ_R lar qiymatlariga bog'liq. Regulator ishlagan davrida nisbatan zanjir yopiqqligi τ_3 va ochiqligi τ_R o'zgaradilar. Aylanish tezligi o'zgarmagan va salt ishlash ro'y berganda τ_3 kichik qiymatga ega. Aylanish tezligi oshganda va yuklama tokini bir xilda ushlab turish uchun uyg'otish kamaytirilishi zarur bu regulator yordamida avtomatik ravishda τ_3 ni o'zgartirish yo'li bilan amalga oshiriladi. Tiristorning ulanish chastotasi va kuchlanish pulsatsiyasi amplitudasi yakor aylanish tezligi va generator yuklamasiga bog'liq (ular har xil rejim uchun har xil).

5.6.2. 2GV – 003 turdagi generatorning kuchlanish regulatori

Tiristorli regulator ijrochi organ ISO, boshqaruv tizimi SUT va o'lchov organi NO dan tashkil topgan. Ijrochi organing asosiy elementi bo'lib, tiristor V3 hisoblanadi va u generatorning parallel qo'zgatish cho'lg'ami OV1 zanjiriga ulanadi (5,13-rasm). Uyg'otish cho'lg'ami generator yakorning liniyaviy kuchlanishlari AV va VS lardan to'g'rilagich V1 diodlarining anod guruhi orqali ta'minlanadi. Uyg'otish cho'lg'amiga elektr ta'mini liniyaviy kuchlanishning faqat musbat yarim davridagina beriladi. Tiristor V3 bilan ketma – ket diod V2 ulangan bo'lib, u tiristorni teskari kuchlanishdan himoya qiladi. Teskari ulangan diod V1 generator uyg'otish cho'lg'amini shuntlaydi va tiristor V3 yopiq holida shu cho'lg'amdanda tok o'tishini ta'minlaydi. Regulatorning o'lchov organi NO ko'priksimon sxemada qarshiliklar va stabilizatorlarda yig'ilgan stabilizatsiya qilingan elkani V12 va V13 stabilizatorlari tashkil qilgan, stabilizatsiyalanmagan elka bo'ylab R5 – R8 qarshiliklari hisoblanadi. Generator kuchlanishi V2 to'g'rilagichning anod guruhi orqali ko'priksimon sxemaning bir diagonali ga beriladi. Uning boshqa diagonali (a va b nuqtalari) ga emitter va tranzistor VII bazasi ulangan. Alohida to'g'irlagich V2 ni qo'llashlikdan maqsad-regulatorga faqat generatordan, akkumulator batareyasidan emas, kuchlanish uzatishdir.



5.13-rasm 2GV – 003 turdagi generatorning tiristorli regulatorining prinsipial sxemasi.

O'lchov asbobining ishi andozaviy (oporno'y) kuchlanishni rezistorlar R5 — R8 dagi kuchlanish bilan taqqoslashdan iborat. Ular oralaridagi farq tranzistor VII bilan o'lchanadi va o'lchangan kuchlanish va uning ishorasi tranzistor emitteri va kollektori kuchlanishi ishorasiga qarab tegishli chiqish signali paydo bo'ladi. Pulsatsiyani silliqlash maqsadida stabilitronga parallel ravishda kondensator S2 ulangan. Ijrochi organ tiristori V3 ni boshqarish uchun ma'lum bir miqdorda quvvat talab etiladi. Shuning uchun o'lchov organidan olingan signalni kuchaytirish zarur. Bu maqsadda SUT tarkibida kuchaytirgich va tushirgich qurilma (elektron kalit) qo'llangan. Kuchaytirgich tranzistor VII da bajarilgan, elektron kalit esa tranzistorlar V5 va V6 da yig'ilgan.

Kuchlanish reduktori quyidagicha ishlaydi. Poyezd harakatga tusha boshlaganida qo'zg'atish cho'lg'ami OV1 yakor cho'lg'amiga tranzistor V3, kuchlanish relesi R1 va tok cheklovchi rezistor R1 orqali ulanadi. Bunga zarurat shundan iboratki, generatorning qoldiq EYUK tiristor orqali uyg'otish tokini uzata olishga qodir emas, natijada o'z-o'zini uyg'otish jarayoni generatorda ro'y bermaydi, chunki tiristorli uyg'otish cho'lg'ami zanjiri qarshiligi boshlang'ich onlarda kritik qiymatdan katta. Kuchlanishning bundan keyingi ko'tarilishlarida (masalan, 40V gacha) rele R1 ishlab yuboradi, uning kontaktlari qo'zg'atish cho'lg'ami zanjirida uziladi va regulator ishga tushadi. Bunda qo'zg'atish zanjiri tiristor V3 orqali tutashgan va uyg'otish tokini impulsiv rostlay boshlaydi. Agar generator kuchlanishi regulatorga o'rnatiluvchi kuchlanishdan kichik bo'laboshlasa (u stobilitronlar V12 va V13 ning stabilizatsiyalangan kuchlanishi bilan aniqlanadi) o'lchov organlari rezistorlari R7 va R8 kuchlanishi kamayadi va tranzistor VII emitteri o'z bazasiga nisbatan manfiy potensialga ega bo'ladi va tranzistorni yopilish holatiga olib keladi.

Regulator sxemasida asosiy rostlanuvchi elementlardan tashqari bir qancha silliqланuvchi, shovqin so'ndiruvchi qurilmalar ham bo'lib, ular tiristor V3 ni tasodifiy ishlab yuborishidan himoya qiladi va regulator qurilmalari ishi turg'unligini ta'minlab, boshqaruv tizimidagi tiristor va tranzistorlarni teskari kuchlanish (regulator R₂, R₃, R₄, kondensatorlar S₁, S₂, diodlar V₂, V₇, V₈, V₉,

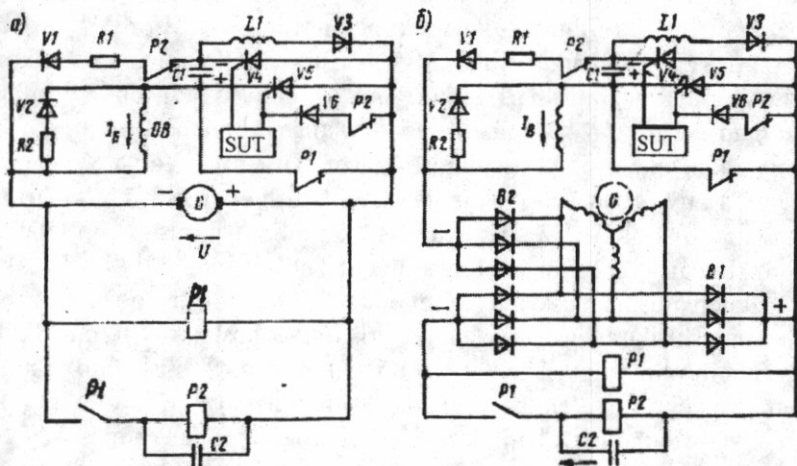
V₁₀ va stabilitron V₄) dan himoyalaydi. Ba'zi bir regulatorlarda tranzistor ST ko'rinishda bajarilgan stabillovchi qurilmalar qo'llangan. Uning birlamchi cho'lg'ami generator uyg'otish cho'lg'ami OVG esa o'lchov qurilmasiga ulangan shunga ko'ra, regulatorga uyg'otish toki bo'yicha manfiy teskari aloqa kiritilgan bo'lib, u rezistor V₃ ni yopiq holatdan ochiq holatga (va aksincha) o'tishini tezlashtiradi. Induktivligi katta bo'lgan transformatorning ikkilamchi cho'lg'ami o'lchov qurilmasiga kelayotgan tokni silliqlash uchun ham xizmat qiladi. Generator 2GV — 003 generatorning regulatori sxemasida generator tokini cheklovchi bo'lak yo'q, chunki bu funksiyani akkumulator batareyasini zaryadlash zanjiridagi regulator bajaradi

DUGG — 28B va DCG — 4435 generatorlarning kuchlanish regulatorlari o'lchov organi UO, ijrochi organ UCO rezistorni boshqarish tizimi SUT va tokni cheklash organidan tashkil topgan Ijrochi organning asosiy elementi bo'lib asosiy tiristor (5.14-rasm) hisoblanadi. Uning vazifasi generator uyg'otish tokini impulsiv zaryadlashdir. Bu bosh tiristorni yopishlik uchun komutatsiyalovchi kondensator S₁, yordamchi tiristor V₄ va qayta zaryadlash zanjircha L₁ — V₃ xizmat qiladi Bu elementlar elektron kalitni hosil qiladilar. Kalit davriy ravishda qo'zg'atish cho'lg'amini generatorning chiqish qismiga ulab turadi. Qo'zg'otish cho'lg'amiga tok berilmaydigan davrida uyg'otish toki rezistor R₂ va teskari diod V₂ dan o'tib keladi.

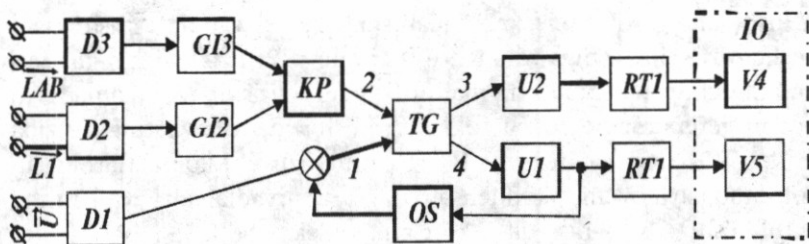
Ijrochi organ quyidagicha ishlaydi. Poyezd ishga tushib, yura boshlaganda o'zgarmas tok generatori uyg'otish cho'lg'ami uning yakoriga ulanadi. Bu ulanish kuchlanish relesi P₁ ning uzuvchi kontakti orqali uzatiladi Bunda generatorning o'zini —o'zi kuzatish jarayoni sodir bo'lishini aytib o'tish kerak. Shunday qilib, to'g'rilagichlar V₁ va V₂ lardan o'zgaruvchan tok generatori cho'lg'amlari ta'minlana boshlaydi. Generator kuchlanishini oshirilganda, dastavval rele R₁ ishlab ketadi va uning uyg'otish cho'lg'amidagi kontakti ochiladi hamda rele R₂ zanjiridagi kontaktlari birlashadi, ma'lum bir vaqt (5 —10 m.s) o'tgach R₂ ishlab yuboradi. Bu kechikish vaqti kondensator S₂ zaryadi bilan belgilanadi. Uyg'otish cho'lg'ami zanjiridagi rele R₁ kontaktlari

uzilishidan tortib rele R2 ulanishigacha vaqtda tiristor V5 boshqaruv elektrodiga diod V6 va rele R2 uzuvchi kontaktlari orqali ochuvchi impuls beriladi. Natijada tiristor V5 ochiladi va undan generator uyg'otish toki o'ta boshlaydi. Bir vaqtning o'zida tiristor V5, diod V1, rezistor R1, P2 ning uzuvchi kontaktlari orqali kommutatsiyalovchi kondensator S1 zaryadlanadi va uning qutblanishi 5.14-rasmda ko'rsatilgandek bo'ladi. Rele R2 ishlagandan so'ng V5 boshqaruv elektrodiga ochuvchi impuls berishlik to'xtaydi. Biroq V5 ochiqlicigacha qolaveradi va u orqali uyg'otish cho'lg'amiga tok oqishi davom etaveradi, shu bois generator kuchlanishi o'sishi davom etaveradi.

Generator kuchlanishi o'sa borib, o'rnatilgan qiymatga yetganda tiristor V4 ga boshqaruv tizimi SUT dan ochuvchi impuls keladi.



5.14-rasm DUGG – 28B(a) va DGC – 4435(b) generatorlari tiristorli regulatori ijrochi organining funksyanal sxemasi.



5.15-rasm. Generatorlar DUGG — 28V va DGC — 4435 turlari regulatorlari boshqaruv tizimlari va o'lchov asboblarning funksional sxemasi.

Tiristor V4 ochilganda tiristor V5 yopiladi, chunki unga kommutatsiyalovchi kondensator S1 dan teskari kuchlanish berilgan bo'ladi. Bundan keyin kondensator S1 tiristor V4 orqali teskari zaryadlanadi, yakor uyg'otish cho'lg'ami va yakor cho'lg'ami kuchlanishlari teskari qutbga ega bo'ladi. Jarayonning so'ngida tiristor V4 yopiladi, chunki unga kondensatordan qayta zaryadlangandagi vaqt kuchlanish keladi. Tiristorlar V4 va V5 yopiq vaqtida uyg'otish cho'lg'amiga kuchlanish beriladi, binobarin, undan tok diod V2, rezistor R2 orqali uyg'otish cho'lg'ami induktivligi g'amlagan energiya tufayli kelib turadi. Uyg'otish toki va kuchlanishi pasayadi. Generator kuchlanishi o'rnatiluvchi kuchlanish qiymatiga pasayganda tiristor V5 boshqaruv tizimi SUT dan ochuvchi impuls keladi va V5 ochiladi. Uyg'otish cho'lg'ami yana yakor cho'lg'amiga ulanadi, shu bois uyg'otish cho'lg'ami toki va kuchlanish qiymatlari ko'tariladi. Shu bilan birga, V5 va qayta zaryadlangan V1 — V3 zanjircha orqali kondensator S1 ning qayta zaryadlanishi ro'y beradi, natijada u dastlabki zaryadlangan holga qaytadi, boshqacha aytganda V5 tiristorni qayta yopish holiga tayyorlangan bo'ladi. Shunday qilib, bosh tiristor V5 ni navbatma-navbat ulashlik natijasida generator kuchlanishi impulsiv o'zgarishga ega bo'ladi.

O'lchov organi kuchlanish datchigi D1 (5.15-rasm), tok datchigi D2 va akkumulator batareyasi datchigi D3 dan tashkil topgan Tiristorlarni boshqaruv tizimida trigger TG, kuchaytirgichlar U1 va U2 hamda ajratuvchi transformatorlar RT1

va RT2 bor. Kuchlanish datchigi D1 kuchlanish bo'lgichi va stabilizatoridan iborat. Generator kuchlanishi ortib ma'lum o'rnatilgan qiymatga yetganda o'tkazgich holatiga o'tadi va trigger TG ning kirish qismiga boshqaruv impulsini uzatadi. Trigger ikkita tranzistordan tashkil topgan va uning ikkita chiqish qismlari (3) va (4) dan tranzistorli kuchaytirgichlar V1 va V2 orqali ajratuvchi transformatorlar RT1 va RT2 laran navbatma-navbat ochuvchi to'g'ri burchakli impulslar yordamchi tiristorlar V5 va V4 ga beriladi. Tiristor boshqarish tizimlari aniq ishlashi uchun unda kuchaytirgich VI ning chiqish qismidan triggerning kirish qismiga beriluvchi egiluvchan teskari aloqa yo'lida tutilgan. Generator yuklama tokini va akkumulator zaryad tokini cheklash maqsadida regulatorda cheklagich ko'zda tutilgan. U datchiklar D2, D3 lardan iborat bo'lib, tok I2 va Ia zanjirlariga shunt sifatida ulangan. Ulardan tashqari, ikkita impuls generatorlari GI2 va GI3 ham tashkil topgan (ular tunnel diodlar, impulsli transformatorlar, tranzistorli katod qaytargichlari KP larda yig'ilgan). Agar generator yoki akkumulator batareyalari toklari qiymatlari ruxsat etiluvchi qiymatlardan ortib ketsa, trigger kirish qismi (2) ga boshqaruvchi signal beriladi va tiristorlar V5 va V4 lar boshqaruv tizimlari generatorning uyg'otish toki qiymatini kamaytiradi. Natijada, uning kuchlanishi pasayib, Ig va Ia.b. toklari kamayadi. Agar yuklama tokini kamaytirish talab etilsa (masalan, generator DUGG -28V ni bekatlarda yuritma elektr motoridan aylantirilganda) generator GI2 ga beriladigan kuchlanishni rostlovchi rezistor yordamida kamaytiriladi.

5.7 Yoritish tarmog'i kuchlanishini rostlash

Germaniya va Polshada qurilgan vagonlar elektr ta'minoti tizimlarida o'zgaruvchan va o'zgarmas tok generatorlari kuchlanishlari akkumulator batareyasi zaryadi sharoitiga qarab rostanadi. Yoritish tarmog'idagi kuchlanishning nominal qiymati, odatda, akkumulator razryadi shartiga ko'ra to'planadi. Shunga ko'ra, akkumulatorning to'la zaryadlanishi uchun tarmoq kuchlanishiga qaraganda yuqoriroq bo'lgan kuchlanish talab etiladi. Uchinchi bobda aytib o'tilganidek, akkumulatorning kuchlanishi

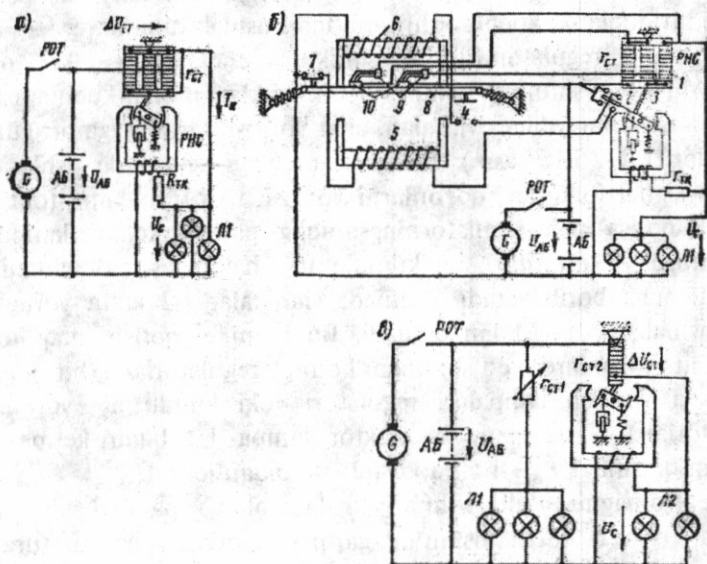
uning zaryad va razryad vaqtida keng ko'lamda o'zgaradi. Shu bilan birga yoritish tarmog'ida mutadil qiymatga ega kuchlanish bo'lishi zarur. Shunga ko'ra, vagonlar elektr ta'minoti tizimida akkumulator batareyasi kuchlanishi o'zgaradigan sharoitda yoritish tizimi kuchlanishini mo'tadil ushlab turuvchi maxsus qurilma ko'zda tutilgan. Germaniya va Polshada ishlab chiqarilgan vagonlar elektr ta'minotida kuchlanish regulatorlari RNS qo'llanishga ega. Bunday regulator ko'mir regulator sifatida yoki diodli (nochiziqliy regulatorli cheklagich ko'rinishida) ko'rinishida bo'lishi mumkin.

5.7.1 Ko'mirli regulatorlar

Ko'mirli regulatorlarning stolblari elektr lampalari L1 bilan ketma-ket ulanadi (5.16 a-rasm), elektromagnit g'altagi elektr tarmog'iga parallel ravishda ulanadi. Bunday ulanishda yoritish elektr tarmog'i kuchlanishi U_{cn} quyidagicha aniqlash mumkin: $U_s = U_{a.b} - U_{ct}$ ($U_{a.b}$ — akkumulator batareyasi kuchlanishi, zaryad vaqtida u generator kuchlanishiga teng: U_{st} ko'mir stolblardagi kuchlanish pasayishi).

Kuchlanish U_{AB} o'zgarganda yuklanish toki o'zgarmay qolsa ko'mir stolblari qarshiliklari avtomatik ravishda o'zgaradi. Ularda pasayuvchi kuchlanish ham o'zgaradi. Shu bois, yoritish tarmog'i kuchlanishi U_c o'zgarmay qoladi masalan, agar kuchlanish $U_{a.b}$ kamaysa, birinchi davrda kuchlanish $U_s \Delta$ ham kamayadi va elektromagnit regulatori hosil qiluvchi moment kamayib, uning yakori soat sterlkasi bo'yicha buriladi va bu hol ko'mir stolblari qarshilik yig'indisi r_{st} ni kamayishiga olib keladi. Natijada, ko'mir stolbida pasayuvchi kuchlanish ΔU_{st} kamayadi, tarmoq kuchlanishi U_s esa ko'payadi. Bu jarayon kuchlanish U_s berilgan qiymatga o'tmaguncha davom etadi. Yuklama toki I_n ko'payganda birinchi onlarda ΔU_{st} kuchlanish pasayishi ko'payadi va U_s — kamayadi. So'ngra yakorni prujina soat sterlkasi bo'yicha bura boshlaydi, ko'mir stolblari qisiladi, qarshilik r_{st} va kuchlanish pasayishi ΔU_{st} kamayadilar. Bu kuchlanish U_c ni o'rnatiladigan qiymatgacha o'rtishini ta'minlaydi. Haroratni regulator ishiga ta'sirini kamaytirish maqsadida uning g'altagi zanjiriga termokompensatsion rezistor R_{tk} ulangan. 47 D vagonlarida ko'mir stolbi qarshiligi r_{st} ni rostlash ko'lamini oshirish uchun ko'mir stolbi maxsus rele yordamida ketma — ket yoki parallel ulanishi

mumkin (5.16 b-rasm). Maxsus rele ikkita g'altak — (5) va (6) va yakor (8) ga ega Ular ikkita holatni qabul qilishi mumkin. Yuqori holatda bo'lganda asosiy katetlar (9), (10) va blokirlovchi kontakt (7) ulanadi. Boshqa holatda kontaktlar (7), (9) va (10) ajraladilar va blokirlovchi kontakt (4) ulanadi. Ua.b kichik qiymatda bo'lganda (masalan, bekatda generator ishlamayotgan holda) asosiy kontaktlar (9) va (10) ko'mir stolbi (1) parallel ulanib qoladi va regulator yakori ularni qisadi va qarshilik r_{st} kamayadi va akkumulator zaryad rejimiga o'tganda $U_{a.b}$ ko'tariladi, qarshilik r_{st} ko'payadi va U_s ni o'zgarmas qilib ushlab turadi. Parallel ulangan ko'mir stolblari qarshiliklari eng kichik qiymatga ega bo'lganda yakor (3) soat strelkasiga teskari tomonga buriladi: bu buralish tirgakkacha bo'ladi va pastki blokirlovchi kontakt (7) orqali g'altak (5) ga elektr kuchlanishi beriladi va yakor (8) pastgi holatga o'tadi. Bu holatda asosiy kontaktlar (9) va (10) ajraladilar, shu tufayli ko'mir stolblar paralleldan ketma-ket sxemaga ulanadilar. Bir vaqtda maxsus rele (7) ning kontaktlari ajraladilar va kontaktlar (4) uziladi. Natijada rele (5) g'altagiga tok berishlik to'xtaydi. Galtak (6) ga tok berishlikka tayyorgarlik ko'ruvchi elektr zanjirini tayyorlash amalga oshiriladi.



5.16-rasm. Konditsioneri yo'q vagon yoritgichlari kuchlanishini ART soddalashtirilgan sxemasi.

Ko'mir stolblari ketma-ket sxemaga o'tishi natijasida qarshilik (9) marotaba ortadi. Bunda kuchlanish U_s pasayadi va yakor (3) soat strelkasi bo'yicha aylanib, ko'mir stolblari (1) ning qarshiliklari r_{st} ni kamayтира boshlaydi. Bu kamayish kuchlanish U_c o'rnatiluvchi qiymatga yetguncha davom etadi. Shundan so'ng regulator ketma-ket ulangan ko'mir qarshiliklarini o'zgartirib, kuchlanish U_c ni o'zgarmas qilib ushlab turadi. Agar rostlash jarayonida yakor (3) soat strelkasi bo'yicha turgangacha buralsa (ya'ni motor kuchlanishi juda pasayib ketsa) unda yuqori blokirlovchi kontaktlar (2) ulanadi va maxsus rele g'altagi (6) ga tok beriladi, yakor yuqori holatga o'tkaziladi va ko'mir stolblari ketma — ket ulanishidan parallel ulangan sxemaga o'tadi. Maxsus rele g'altaklari (5) va (6) qisqa vaqt — qayta ulanish davridagina elektr energiya bilan ta'minlanadi. Normal ishchi holatda ular toksizlaydigan bo'ladilar. Generatorning asosiy elementlari (elektromagnit, qo'zg'oluvchi tizim, dempfer va b) xuddi generatorning kuchlanish regulatoridek bajariladi. 47K vagonlarida kuchlanishni rostlash uchun yoritish tarmog'ida RNS ko'mir regulatorlari (xuddi 47D vagonlaridagi kabi) qo'llanadi. Ular 110 va 54V li tarmoqlarda kuchlanishni mu'tadil ushlab turadilar.

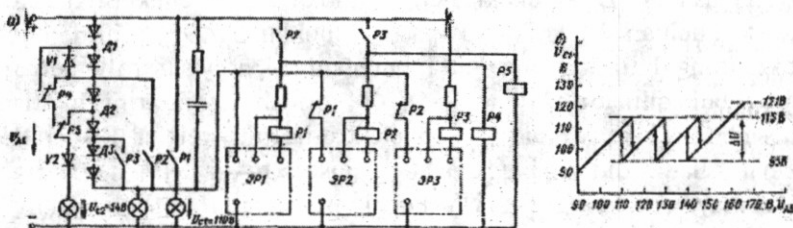
Ko'mir regulatorlari qarshilikni cheklangan ko'lamda rostlaydilar va shuning uchun kichik yuklamalarda kuchlanishni mu'tadil ushlo olmaydilar. Masalan, agar yoritish tarmog'iga bir guruh lampalar L2 (5.16-rasm) ulanib, kunduzgi sharoitda ishlasalar (dumli signal fonarlari, qozonlarni yoritish va b) yuklama toki 2A atrofida bo'lsa unda regulatorning aniqligi pasayib ketadi, lampalar kuchlanishi ko'tarilib, akkumulator batareyasi kuchlanishi qiymatigacha borib yetadi. Natijada, lampalar L2 katta yorug'lik bilan ishlab, tezda ishdan chiqadi. Bu holni yo'qotish maqsadida ba'zi bir vagonlarda qo'shimcha ko'mir regulatorlari (bir guruh kunduzgi yoritish lampalari regulatori yoki kunduzgi yoritgich regulatorlari) o'rnatilgan. U elektor lampa L2 bilan ketma-ket ulangan qarshiligi r_{st2} li bitta ko'mir stolbidan iborat.

Elektromagnit g'altagi ana shu lampalarga parallel ulangan, shunga ko'ra u kuchlanishni o'zgarmas miqdorda ushlab turadi. Boshqa elektr lampalar L1 faqat kechqurun ishlaydi, ko'mir stolbi bilan ketma — ket ulanadi. Ba'zi bir yo'lovchi tashuvchi vagonlarda

kunduzgi guruh lampalar bilan regulatorlar o'rnatilmaydi. Unda eng kichik yuklama (kuchlanish regulatori ishlik normada bo'lishligini ta'minlash uchun) qo'shimcha ravishda parallel ulangan ballast qarshiliklar ulashlik ko'zda tutilgan.

5.7.2 Diodli cheklagich

Bu qurilma noxiziqiy tavsifga ega rezistordan iborat bo'lib, ta'minotchi va yoritish tarmog'i oralariga ulangan. Diodli cheklagichda U_{AB} kuchlanish bilan stabilizatsiyalangan kuchlanish U_s oralaridagi farq so'ndiriladi. U kuchlanish mu'tadilligini $110V \pm 5\%$ darajada amalga oshiradi.



5.17-rasm. Diodli cheklagichning ulanish sxemasi (a) va ish vaqtidagi yoritish kuchlanishining o'zgarish grafigi (b).

Diodli cheklagich 3 ta ketma-ket ulangan diod bloklari D1, D2, D 3 larda yig'ilgan. Har bir blok 18 ta ketma-ket ulangan iborat. Diodlar ikki xil turda yig'ilgan. Har bir blok relelar R1, R2 va R3 kontaktlari bilan qisqa tutashishi mumkin.

Ushbu relelar elektron relelar ER1, ER2 va ER3 orqali boshqariladi.

Har bir diodli blok hosil qiladigan kuchlanish pasayishi tok 1A bo'lganda 13,5 V ga teng, tok 16A bo'lganda esa 15,5 V ni tashkil qiladi. Agar tarmoqdagi kuchlanish U_{s1} kuchayib, 115V dan ortsa rele R1 ning kontaktlari ochiladi va birinchi diodli blok ulanadi; bunda tarmoq kuchlanishi pasayadi (5.17b-rasm). Bundan keyingi generator – batareya tizimidagi kuchlanish U_{c1} ortib, to 115V ga tenglashsa relelar R2 va R3 ikkinchi, so'ngra uchinchi diod bloklarini ulaydi. Generator – batareya tizimdagi kuchlanish 162V

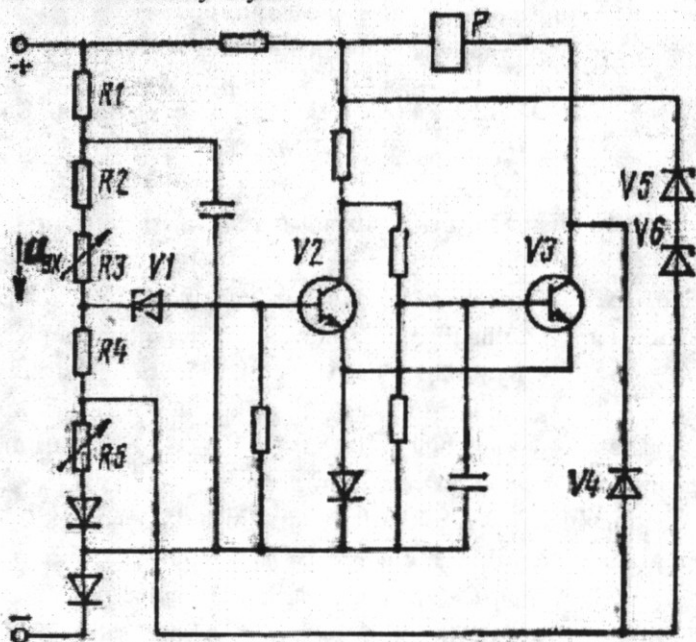
ga etganda o'ta himoyalanişdan himoyalovchi qurilma ishlaydi, generator akkumulator batareyasidan ajraladi va uning kuchlanishi pasayadi. Batareyadagi kuchlanish kamaysa yoritish tarmog'i kuchlanishi ham kamayadi. Bu kuchlanish 95V ga etganda R1, R2 va R3 rele kontaktlari birlashadi va zanjir batareya va yoritish tarmog'i oralaridagi diod bloklari D1, D2 va D3 lar ketma – ket ravishda sxemadan chiqariladilar. Bunda kuchlanish berilgan darajada ushlanib turadi (95 dan 110V gacha). Kuchlanishning 13,5 dan 15,5V gacha sakrashi (ular diod cheklagichlarini qisqa tutashtirilganda va ulanganda hosil bo'ladi) amalda lampalar yorug'lik oqimi hosil qilinishiga xalal bermaydi

Akkumulator batareyasidagi kuchlanish 95V dan kam bo'lib qolsa diod bloklari qisqa tutashib ulanadi va kuchlanish U_{s1} U_{AB} ga tenglashadi. Diod cheklagichi zvanokli ishini cheklash uchun yuqori kuchlanish 115V va pastki kuchlanish 95V farqi diod bloklarining bittasida eng katta kuchlanish pasayishi ro'y bergan deb qabul qilinadi. 110 va 54V li yoritish zanjirlarini ajratish maqsadida V1 va V2 diodlari va elektromagnitli relelar R4 va R5 xizmat qiladi; diod VI 110V kuchlanishli tokni 54V li zanjirga o'tkazmaydi; diod V2 esa 54V kuchlanishli tokni 114V li zanjirga o'tkazmaydi.

Elektromagnit va elektron relelar ishlash puxtaligi releli mantiq asosida relelar R1 – R5 kontaktlarini ulash – uzish yo'li bilan ta'minlanadi. Bunda kerakli relelar ulanishi tartibi saqlanadi. Elektron rele (5.18-rasm) o'lchov organi ijrochi qurilma va teskari aloqa tizimidan tashkil topgan.

O'lchov organi kuchlanishni bo'lgich R1–R5 va stabilitrondan iborat. Ijrochi qurilma triggerdan iborat. Uning tarkibida kalit rejimida ishlovchi tranzistorlar V2 va V3 bor. Trigger bir tugun holatdan ikkinchisiga o'tganda u tegishli elektromagnitli rele R ni ulaydi yoki o'chiradi. Diod blokini ulovchi kuchlanishning yuqori chegarasi potensimetr R3 bilan belgilanadi, pastki chegarasi esa potensimetr R5 bilan o'rnatiladi. Triggerni ishlatib yuboruvchi kuchlanish farqi bir turg'unlik holatdan ikkinchi holatga o'tganda tranzistor V3 ga uning chiqish qismidan diod V4 dan potensimetr R5 orqali teskari aloqa uzatish yo'li bilan ta'minlanadi. Natijada, elektron va elektromagnitli relelarning qo'ng'iroqli ishlashi oldi

olinadi. Stabilizatorlar tranzistorli elektron relelarni o'ta kuchlanishlardan himoyalaydi.



5.18-rasm. Diod cheklagich elektron rele si xmasi.

Elektron rele quyidagicha ishlaydi. Uning kirish qismidagi kuchlanish 115V gacha oshganda stabilizator V1 o'tkazgich holatiga o'tadi va tranzistor V2 bazasiga musbat potensial beradi. Bunda tranzistor V2 tranzistor V4 ni yopishga olib keladi. Natijada, elektromagnitli rele R g'altagiga kuchlanish berishlik to'xtaydi va u tegishli diodli cheklagich blokini ishga tushiradi.

Kirish qismidagi kuchlanish U_{vx} 95V gacha pasayganda stabilizator V1 tok o'tkazmaydigan holatga o'tadi, V3 esa ochiladi, elektromagnitli rele R g'altagidan tok oqa boshlaydi, rele ulanadi va tegishli cheklovchi diod blokini qisqa ulab qo'yadi.

VI bob. VAGON MEXANIZMLARI ELEKTR YURITMALARI VA ISH REJIMLARI

6.1. Elektr yurtmalar xizmat burchi va ish rejimlari

Hozirgi zamon vagonlarida elektr yuritmaga ega turli-tuman mexanizmlar qo'llaniladi. Havosi konditsionlanmaydigan vagonlarda elektr motorlari, odatda, ventilator, isitgich sirkulyatsiya nasoslari, kaloriferning suv nasosi, sovitgich shkaf kompressori, lyuminessent yoritgichlar o'zgartgichlari, radioqurilmalarini o'zgaruvchan tok bilan ta'minlashda qo'llanadi. Havosi konditsionlanuvchi vagonlarda, shuningdek, kompressor va kondensator ventilatori uchun ham elektr motorlaridan foydalaniladi. Vagon-elektrostansiyalarida ko'pgina elektr motorlari qo'llanilib, ular stansiyaning xususiy hojati (dizel radiatori ventilatori, mashina va xizmat bo'limlari) uchun xizmat qiladi. Refrijeratorli tortish tarkibi sovitish qurilmalari ham elektr motorlari bilan jixozlangan va ular kompressorlar, kondensator ventilatorlari va boshqalarni harakatlantirishda ishlatiladi.

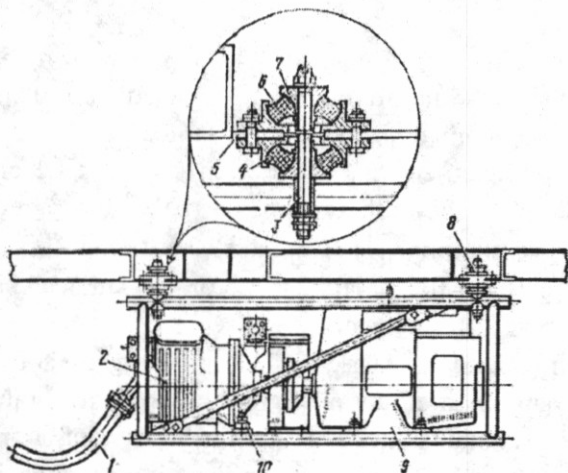
Yo'lovchi tashuvchi vagonlar va refrijeratorli tortish tarkiblarida quvvati 0,2 dan 40 kVt gacha o'zgarmas tok va uch fazali asinxron motorlari qo'llaniladi. Havosi konditsionlanadigan yo'lovchi tashuvchi vagonlar kompressor agregatlari qurilmalarida, shuningdek, 5 vagonli refrijerator seksiyalar sovitish qurilmalari va avtonom refrijerator vagonlar kompressorlari qurilmalarida quvvati 7,5-14 kVt li elektr motorlari ishlatiladi. Refrijeratorli poyezdlarda qo'llanadigan kompressorlar motorlarining quvvati 40 kVt gacha boradi.

Havoni konditsionlovchi kompressor agregatlarida elektr motori kompressor bilan mufta (6.1-rasm) yoki klin uzatma orqali

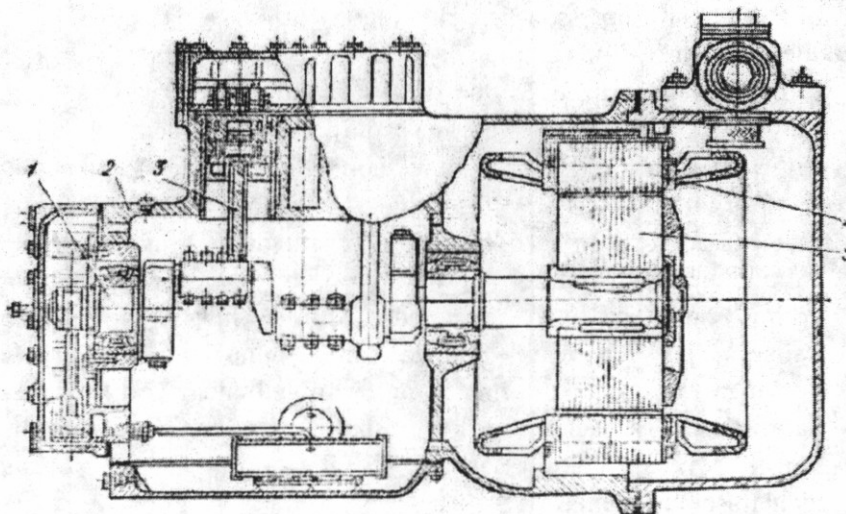
birlashadi. Kompresor agregati vagon kuzovi ostiga joylashgan. Elektr motori (9) kompresor (2) bilan maxsus karkas (10) ga o'rnatilib, amortizatsiya qurilmalar yordamida kuzovga osib qo'yiladi. Kompresor boshqa qurilmalar elementlari bilan egiluvchan truba o'tkazgich (1) yordamida birlashadi.

5 vagonli seksiyalar va avtonom refrijeratorli vagonlarda elektr motori kompressorning qurilmasiga o'rnatiladi (6.2-rasm). Tirsakli val dumchasiga motor rotori presslab joylashtirilsa, stator kompressor korpusidan joy oladi. Motor chulg'amlari xladon parlari bilan sovitiladi. Shunga ko'ra, chulg'am izolyatsiyasi xladonga va moyga bardoshlidir. Agregatning bunday konstruksiyasi kam vaznga ega, ixcham va shovqinsiz ishlaydi. Undan tashqari, bu konstruksiyada kompressorning tirsakli vali chiqish qismi zichlanishi shart emas.

Hozirgi zamon yo'lovchi tashuvchi vagonlarda markazdan qochirma ventilatorlar qo'llanadi. Ular havoni majburiy haydashga asoslangan. Tashqi havo vagonga haydalishidan oldin yilning fasliga qarab sovitiladi yoki isitiladi.



6.1-rasm. Havoni konditsionlovchi kompresor agregati: 1-truba o'tkazgich; 2-kompresor; 3-shpilkas; 4-pastki qo'shimcha; 5-vagon kuzovining eltuvchi elementi; 6-yuqorigi qo'shimcha; 7-amortizator korpusi; 8- amortizator; 9-elektr motori; 10-karkas.

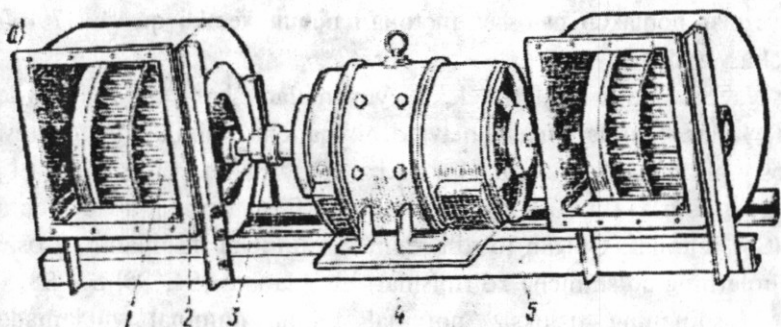


6.2-rasm. Elektr motorli kompressor: 1-tirsakli val; 2-qurilma (karter) bloki; 3-shatun-porshenli guruh; 4-stator; 5-rotor.

Ventilator yuritmasi quvvati 1,4-2,8 kVt bo'lgan o'zgarmas va o'zgaruvchan tok motorlaridan harakatlanadi. Ventilatsion agregat tamburda vagonning qozon oxirida tambur shipi va vagon tomi orasiga joylashgan. Agregat o'rnatilgan joyning cheklangani tufayli havoni ko'proq haydash maqsadida ba'zi bir agregatlar ikkita birlashgan ventilatorlar (1) (6.3-rasm) dan tashkil topgan. Ularning rotorlari mufta (3) yordamida motor (4) ning ikki tomondan chiqarilgan vallariga ulangan.

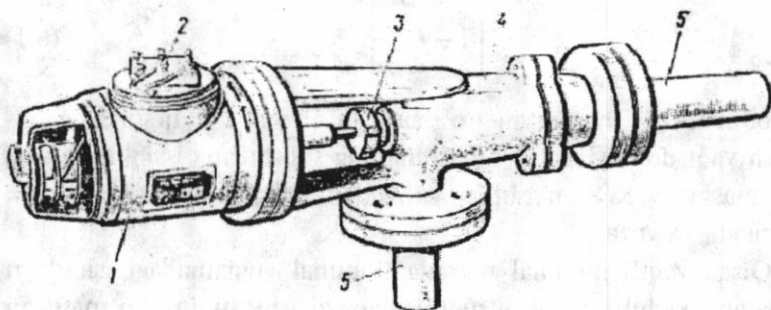
Vagon turiga yil va faslga, ishlab chiqarilgan vaqtiga va xizmat burchiga qarab har xil quvvatli agregatlar qo'llanishi mumkin.

Havoni konditsionlovchi qurilmalari ventilatorlari uchun quvvati 1,4-2,8 kVtli motorlar, tortish tarkibi refrijeratorlar sovitish uchun esa 0,8-2,2 kVt quvvatli motorlar qo'llaniladi. Refrijeratorli poyezdlar ventilatori motorlari quvvati (kondensatorlarni shamollatish uchun) 17 kVt gacha yetadi.



6.3-rasm. Ventilyatsion agregatlari: 1-ventilator; 2-kojux; 3-mufta;
4-elekr motori; 5-rama.

Yo'lovchi tashuvchi va refrijeratorli tortish tarkibi vagonlarni istishda qo'llanuvchi nasoslar elektr motorlari quvvati 0,2–0,5 kVt atrofida. Elektr motori (1) (6.4-rasm), odatda, nasos (4) bilan to'g'ridan-to'g'ri truba o'tkazgich (5) ga o'rnatiladi.



6.4-rasm. Isitish tizimi sirkulyatsiya nasosi.

Elektr motori vali nasos vali bilan mufta (3) orqali birlashadi. Elektr o'tkazgich simlari panel klemmalari (2) ga chiqariladi. Nasos elektr motorini boshqarish uchun paket turidagi uzgichlar qo'llangan. Refrijeratorli tortish tarkibida dizel uchun yoqilg'i haydovchi nasos elektrmotori quvvati 0,6–2,8 kVt, refrijeratorli

poyezdlar nomakob nasoslari motorlari uchun kerakli quvvat 17 kVt gacha yetadi.

Vagon mexanizmlari elektr yuritmalari har xil rejimlarda ishlaydilar. Standartlangan mavjud bir qancha rejimlardan to'rttasi asosiy hisoblanadi. Bular uzluksiz (S1), qisqacha vaqtli (S2), qisqatakrorlanuvchi (S3) va o'zgaruvchan (S6) rejimlar. Qolgan to'rtta rejim qo'shimcha hisoblanib, asosiy rejimlarning qo'shimcha ko'rinishlari hisoblanadi (S4, S5, S7, S8).

Mashinaning uzluksiz nominal rejimi nominal yuklamada uzluksiz uzoq vaqt ishlaganda uning tanasi elementlari haroratining atrof-muhit haroratiga nisbatan ko'tarilish farqi ν_o amalda o'rnatilgan haroratga yetadi (6.5a-rasm). Uzluksiz rejimda, masalan, refrijerator vagonlari va havoni kondinsionlovchi qurilmalari sovitish tizimlari, kompressor va ventilatorlar motorlari ishlaydi. Mashinaning qizish grafigi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\theta = \theta_y \left(1 - e^{\frac{t}{T_n}} \right), \quad (6.1)$$

bunda, θ_u — haroratning o'rnatilgan qiymati; T_n q sm/ $K_{to}S_{sov}$ — qizish vaqt doimiyiligi (s — mashinaning solishtirma issiqlik sig'imi; m — massa; K_{to} — mashina yuzasidan issiqlik uzatish: S_{sov} — sovitiladigan yuza).

Qisqa vaqtli nominal rejimda nominal yuklamadagi ish davri nisbatan kichik bo'lib, motorning qizishi uning o'rnatilgan qiymatiga yetib bormaydi; mashina ishlamay turadigan davri shunchalik kattaki, u bu davrda o'z haroratini pasaytirib, atrof-muhit haroratigacha sovishga ulguradi (6.5,b-rasm). Bu rejimdagi ish vaqti andozalangan bo'lib, 10, 30, 60, 90 daqiqalarga teng. Qisqa vaqtli rejimda havo hamda suv zaslonkalari motorlari va boshqalar ishlaydi. Mashinaning qizish grafigi $\theta=\psi(t)$ (6.1) formulasi, sovitish grafigi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$\theta = \theta_m e^{\frac{t}{T_c}},$$

bunda, θ_m — mashinaning yuklama olinayotgan ondagi harorati.

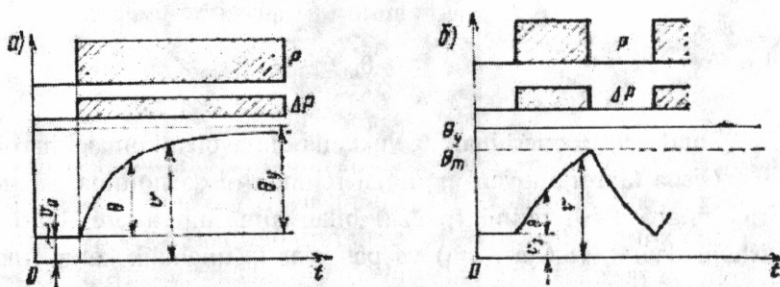
Qisqa takrorlanuvchi nominal rejimda qisqa nominal ish rejimi mashinani uzish rejimi (pauza) bilan almashib turadi, binobarin, ishchi davr t_r (6.6 a-rasm) va pauzalar t_p unchalik katta emaslar; shu bois mashina ayrim elementlari qizish harorati o'rnatiladigan harorat qiymatiga yetib bormaydi va sovish harorati esa atrof-muhit harorati darajasigacha tushmaydi. Bu rejimda sovitgich kompressorlar motorlari ishlaydi.

Qisqa takrorlanuvchi rejim ulanish davri bilan tavsiflanadi. Ulanish davri (UD) ishchi vaqt t_r ning siklga ketadigan vaqt t_s ga nisbatiga aytiladi.

$$UD = \frac{t_r}{t_r + t_o} 100\% = \frac{t_r}{t_s} 100\%. \quad (6.2)$$

Ulanish davrining nominal qiymatlari standartlangan: 15, 25, 40, 60% (bunda $t_s \leq 10$ daqiqa).

O'zgaruvchan nominal rejimda nominal o'zgarmas qisqa ish davri (ishchi davri) salt ishlash davri bilan almashib turadi, binobarin, na ishchi davri t_r (6.6, b-rasm) va na salt ishlash davri uncha katta emas; shu bois mashina harorati o'rnatiladigan harorat nominal qiymati darajasigacha yetib bormaydi. O'zgaruvchan nominal rejim nisbiy yuklama uzluksizligi YuU bilan tavsiflanadi. Uning qiymati formula (6.2) bilan, faqat t_s q t_r Qt_x bo'lgan holda aniqlanadi.



6.5-rasm Elektr mashinaning uzluksiz va qisqa vaqtli ishlash grafiklari:

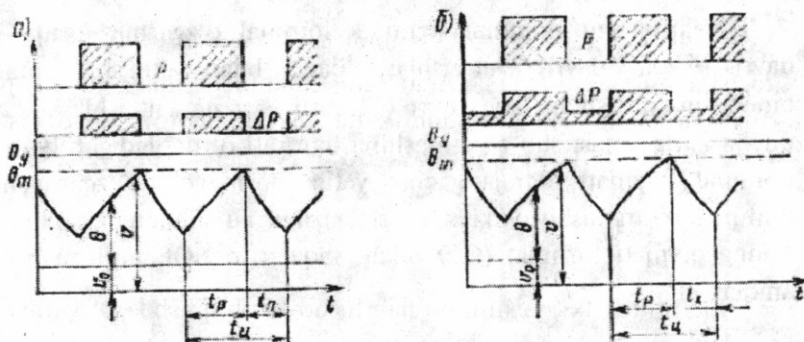
R-mashina berayotgan quvvat; ΔR -quvvat isrofi; V -mashina harorati;

θ - mashina haroratining atrof-muhit haroratidan farqi.

S1, S2 va S6 rejimlarida elektr motori uzluksiz rejimga qaraganda ko'proq quvvat berishi mumkin. Quvvatning ruxsat etiluvchi qiymati har xil ulanish davrida har xil bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$P_2 = P_1 \sqrt{\frac{YD1}{YD2}},$$

bunda, R_1 va R_2 – UD1 va UD2 davrlaridagi quvvatlar.



6.6-rasm. Elektr mashinaning qisqa-takrorlanuvchi (a) va o'zgaruvchi (b) rejimlardagi ishlash grafiklari: R – mashina beruvchi quvvat;

ΔR – mashinadagi quvvat isrofi; θ -mashina haroratining atrof-muhit haroratiga nisbatan ortishi.

6.2. Elektr motorlari quvvatini tanlash

Elektr yuritma yuklanish diagrammalari. Elektr yuritma ishini tahlil qilib quvvatini tanlashda yuklama diagrammalari (elektr motorlari aylantiruvchi momenti, quvvati, toki, aylanish tezligining vaqtga munosabati) katta ahamiyat kasb etadi. Ular yordamida elektr yuritma barcha elementlarini optimal ravishda hisob-kitob qilib, o'zgarmas isroflarda eng yuqori ishlab chiqarishni ta'minlash mumkin.

Elektr yuritma yuklamalarining tavsiflariga ko'ra, barcha ishchi mexanizmlar bir qancha guruhlariga bo'linadi. Yo'lovchi tashuvchi vagonlarda va refrijeratorli tortuv tarkiblarida qo'llanadigan mexanizmlarning qarshilik statik momentlari amalda aylanish tezligiga bog'liq emas (yuk ko'tarma kranlar, mexanizmlar, havo o'tkazgich, ventilatsiya zaslonkalari va b.) hamda qarshilik statik momenti aylanish tezligiga bog'liq (ventilatorlar, markazdan qochirma nasoslar, kompressorlar va boshqalar).

Elektr motori quvvatini tanlash. Uzluksiz rejimda ishlovchi motorlar quvvati quyidagicha tanlanadi. O'zgarmas yuklama R bilan ishlovchi motor nominal quvvati R_n yuklama quvvati R dan farq qilmasligi (farq $\pm 5\%$ dan ortmasligi) zarur. Unda ana shu quvvatni $P = P_n$ deb qabul qilib, elektr mashinalari katalogidan tegishli motor tanlanadi. Agar buni imkoni bo'lmay qolsa, unda ana shu katalogdan eng yaqin katta quvvatli motor olinadi. Ishchi mexanizmi yuklamasi (masalan, sovitgich kompressori) ish davomida ma'lum bir grafik (6.7–rasm) bo'yicha o'zgaradigan bo'lsa, motorning kerakli quvvatini aniqlash uchun ekvivalent qiymatlar (tok, quvvat, moment) usulini qo'llab topiladi.

Ekvivalent tok usulini qo'llab hisob-kitob qilishda o'zgaruvchan yuklama uchun o'zgarayotgan tokni ma'lum bir o'zgarmas qiymatli ekvivalent tok I_e bilan almashtiriladi. Bunda motordagi quvvat isrofi berilgan tokda hosil bo'ladigan o'rtacha isrofga teng, deb qabul qilinadi. Bu usulda po'latdagi magnit isroflar va motor

ishqalanishdan hosil bo'luvchi yo'qotishlar o'zgarmas bo'lib qoladi, deb faraz qilinadi ($\Delta P_o = const$), shuningdek, chulg'am aktiv qarshiligi ham o'zgarмайdi deb qabul qilinadi ($R = const$).

Yuklama grafigiga, asosan motordagi o'rtacha quvvat isrofi

$$\Delta P_{spp} = \Delta P_o \frac{(I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + I_3^2 t_3 + I_4^2 t_4) R}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4} = \Delta P_o + I_s^2 R;$$

bunda,

$$I_s = \sqrt{\frac{I_1^2 t_1 + I_2^2 t_2 + I_3^2 t_3 + I_4^2 t_4}{t_1 + t_2 + t_3 + t_4}},$$

$I_e^2 R$ esa - yuklamaga bog'liq bo'lgan o'zgaruvchan isroflar.

Umuman olganda, yuklama toki qandaydir murakkab bir qonuniyat bilan o'zgaradigan bo'lsa, tok quyidagicha aniqlanadi:

$$I_e = \sqrt{\frac{1}{t_s} \int_0^{t_u} i^2 dt}, \quad (6.3)$$

bunda, $t_s = t_1 + t_2 + \dots + t_n$ - sikldagi ish vaqti.

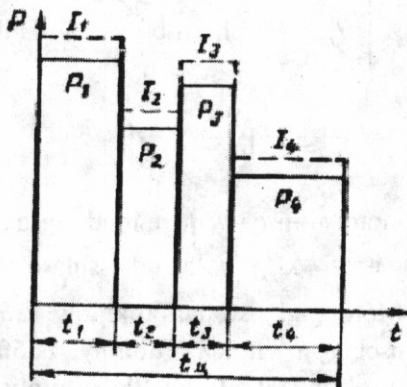
I_e qiymati aniqlangach, katalogdan I_e ga toki to'g'ri keladigan yoki undan sal kattaroq tokli elektr motori tanlanadi.

Bu usul qarshilik R ni va o'zgarmas isroflarni hisobga olish zarur bo'ladigan bo'lsa, yaxshi natija bermaydi (masalan, ikki qavatli va chuqur joylashgan ariqchalarga ega asinxron motorlari ishga tushish davrida rotor qarshiliklari keskin o'zgaradi), shuningdek, ketma-ket ulanuvchi qo'zg'otish chulg'amli o'zgarmas tok motori qo'llanganda ham natija istalgandek bo'lmaydi (yuklama o'zgarishi bilan aylanish tezligi, demak, ishqalanish bo'yicha isroflar keskin o'zgaradi):

$$M_e = \sqrt{\frac{1}{t_s} \int_0^{t_u} M^2 dt}, \quad (6.4.)$$

Bunda yuklanish grafigi moment ko'inishida berilganda motor quvvatini tanlash imkonini beradi. Usul parallel qo'zg'otgichga ega o'zgarmas tok motorlari hamda mexanik tavsifining turg'un bo'lagida ishlovchi asinxron motorlar da qo'llanishi mumkin (bunda moment, taxminan, tokka to'g'ri mutanosib).

Ekvivalent quvvat usuli ekvivalent moment usulidagi motorlarga qo'llanishi mumkin. U mexanik tavsifi qattiq bo'lgan motorlarda moment, taxminan, quvvatga to'g'ri proporsiyada o'zgaradi degan farazga asoslangan.



6.7-rasm. Uzluksiz rejimda o'zgaruvchan yuklama bilan ishlangandagi tok va quvvat grafiklari.

Demak,

$$P_e = \sqrt{\frac{1}{t_s} \int_0^{t_s} P^2 dt}. \quad (6.5)$$

qilinadi. Motor quvvatini issiqlik bo'yicha o'ta yuklanish koeffitsienti

$$K_n = \frac{\Delta P_{kr}}{\Delta P_{dl}}, \quad (6.6)$$

bunda, ΔP_{kr} - motor qisqa ishlash davridagi ruxsat etiluvchi isroflar; ΔP_{dl} - uzluksiz ish rejimidagi isroflar.

Uzluksiz ish rejimida ($t = \infty$) motor harorati o'rnatiluvchi harorat qiymatigacha ko'tariladi. Shunga ko'ra (6.3) ga asosan,

$$\theta_{dl} = \theta_u = \frac{P_{dl}}{A} \quad (A - \text{elektromotor issiqlik uzatish koeffitsienti}).$$

Qisqa vaqtli ish rejimida motor harorati o'zgarishi

$$\theta_{kr} = \frac{\Delta P_{kr}}{A} \left(1 - e^{-\frac{t_{kr}}{T_n}} \right), \theta_{dl} = \theta_{kr} \text{ sharti bo'yicha oladigan bo'lsak,}$$

$$t_{kr} = T_n \ln \left[\frac{K_n}{K_n - 1} \right].$$

Oxirgi formula motorni qisqa vaqt rejimida qisqa o'ta yuklanish bilan tegishli quvvat isrofi ΔP_{kr} bo'lganda ishlash vaqtini aniqlash imkonini beradi. Motordagi isroflar tokning kvadratiga to'g'ri mutanosib, deb hisoblagan holda (doimiy isroflarni inobatga olmaganida) nominal toklar I_{dl} va I_{kr} bog'liqligini olishimiz mumkin ($I_{dl} \propto I_{kr}$).

Agar motor S3 va S6 rejimlarida ishlashi kerak bo'lsa, yuklama grafigi bo'yicha sikli vaqt qiymati aniqlanadi (u 10 daqiqaga kam bo'lishi kerak). So'ngra ulanish davri UD_f ni hisoblash (S3 rejimi uchun) yoki tegishli PN_f topish zarur (S6 rejimi uchun). Haqiqiy grafik 6.6 a-rasmda keltirilgan farqlanishi, ko'p pog'onali bo'lishi mumkin. Bu hol uchun grafik ekvivalent bir pog'onali grafikda keltiriladi va uning ekvivalent toki (momenti, quvvati) (6.3) – (6.5) formulalar orqali aniqlanadi (bunda pauza hisobga olinmagan bo'ladi). Agar haqiqiy UD andozaviy (nominal) ulanish doimiyligi UD_n dan farqlansa, unda eng yaqin qiymatli UD_n tanlanadi va tok (moment, quvvat) andozaviy tanlangan UD_n ga qayta hisoblanadi. Hisoblash formulasi quyidagicha:

$$I_{en} = I_{ek} \sqrt{\frac{UD}{UD_n}}$$

6.3. O'zgaras tok motorlarini ishga tushirish

Vagonlarni elektr jihozlashda elektr motorlarini ishga tushirishning quyidagi usullari qo'llanadi: to'g'ridan-to'g'ri, ya'ni motorni bevosita to'g'ridan-to'g'ri elektr tarmog'iga ulab ishga tushirish; reostatli ishga tushirish, ya'ni motor zanjiriga reostat kiritib ishga tushirish.

To'g'ridan-to'g'ri ishga tushirish. Bu usul hech qanday qo'shimcha qurilmalar talab qilmaydi, motor elektr tarmog'iga paketli ulagich yoki kontaktor yordamida ulanadi. Usul juda sodda bo'lishiga qaramay jugiy kamchilikka ega. Motor ishga tushish jarayonida zarbaviy ishga tushirish toki hosil bo'lib, uning qiymati nominal tok qiymatiga qaraganda yetti barobargacha katta bo'lishi va u jihozlarda elektrik va mexanik buzilishlarga sababchi bo'lishi mumkin. Shuningdek, bu hol liniyada kuchlanishni ko'proq pasayishga sababchi bo'ladi.

Misol tariqasida, parallel qo'zg'otgichli o'zgaras tok motori o'tkinchi rejimini ko'rib o'tamiz. Masalani yechishni soddalashtirish maqsadida motorga berilayotgan kuchlanish U , magnit oqimi F va motor validagi statik moment M_s u ishga tushishi davrida o'zgaray qoladilar, deb qabul qilamiz. Elektrik va mexanik muvozanatlar asosida quyidagi parametrlarni bir-birovi bilan bog'lovchi boshlang'ich tenglamalarni yozamiz:

$$U = e_{ya} + i_{ya} r_{ya} + L_{ya} \frac{di_{ya}}{dt}; \quad (6.7)$$

$$M = S_m F i_{ya} = M_s + M_i + \frac{dw}{dt} = M_c + \frac{\pi dn}{30dt}, \quad (6.8)$$

bunda,

$e_z = c_e n F$ - yakor elektr yurituvchi kuchi;

ch_{ya} va L_{ya} - yakor zanjirining aktiv qarshiligi va induktivligi;

M - motorning elektr magnit momenti;

$M_s = M_n + M_o$ - statik moment (M_n - yuklama momenti, y_a 'ni foydali moment; M_o - salt ishlash momenti);

M_i - dinamik moment;

J-motor va u bilan bog'langan aylanadigan massalar inersiya momenti;

$\omega = \frac{2\pi n}{60}$ - motor burchak tezligi;

S_e , S_m - motor parametrlariga bog'liq koeffisientlar.

Keltirilgan formulalarga ko'ra, yakor toki quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{ya} = \frac{M_s}{S_m F} + \frac{I_z}{30 S_{ya} F} \frac{dn}{dt}.$$

Bu qiymatni (6.7) ga qo'ysak va yakor induktivligi nolga teng deb faraz qilinsa, quydagiga ega bo'lamiz;

$$U = S_e n F + \frac{M_s ch_n}{S_m F} + \frac{ID ch_{ya}}{30 S_m F} \frac{dn}{dt}. \quad (6.9)$$

Quyidagi belgilarni qabul qilamiz:

$n = \frac{U}{S_e F}$ - ideal salt ishlashdagi aylanish tezligi;

$\Delta n = \frac{M_s ch_{ya}}{S_m S_e F^2}$ - salt ishlashdan yuklanib ishlashga o'tgan

davrdagi aylanish tezligining pasayishi;

$$T_{em} = \frac{IPch_{ya}}{30S_m S_e F^2} - \text{elektr mexanik vaqt doimiyligi.}$$

$$\frac{dn}{dt} + \frac{1}{T_{em}} n = \frac{1}{T_m} (n_o - \Delta n). \quad (6.10)$$

Keltirib chiqarilgan tenglama birinchi darajali chizg'iy differensial tenglama hisoblanadi. Uning yechimi quyidagicha:

$$n = n_o - \Delta n + Ae^{pt}.$$

Tenglamadagi A va r lar o'zgarmas qiymat bo'lib, ular vaqtga bog'liq emas. Ko'rilayotgan hol uchun:

$$A = -n_o + \Delta n, \quad p = -\frac{1}{T_{em}}.$$

Bularni (6.11) ga qo'yadigan bo'lsak,

$$n = (n_o - \Delta n)(1 - e^{-\frac{t}{T_{em}}}).$$

Nominal aylanish tezligini, ya'ni $n_{nom} = n_o - \Delta n_{nom}$ kiritadigan bo'lsak,

$$n = n_{nom} \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right).$$

Yuklasiz motorni ishga tushirsaq (6.12) dan

$$n = n_o \left(1 - e^{-\frac{t}{T_m}} \right).$$

Nazariy jihatdan olganda, motorning ishga tushishi cheksiz vaqtga teng (6.8 a-rasm). Amalda esa ishga tushish $t_{ish.t.} \approx (3+4) T_m$ vaqtda tugaydi, deb hisoblashimiz mumkin.

Tokning vaqtga bog'liqligini aniqlash uchun (6.10) ga $\frac{dn}{dt}$

qiymatini (6.12) dan olib qo'yamiz. Bunda, $\Delta n = \frac{I_{ya} ch_{ya}}{C_E F}$, n_o , T_{em}

lar qiymatlarini inobatga olgan holda murakkab bo'lmagan matematik o'zgartirishlardan so'ng quyidagi formulani keltirib chiqaramiz:

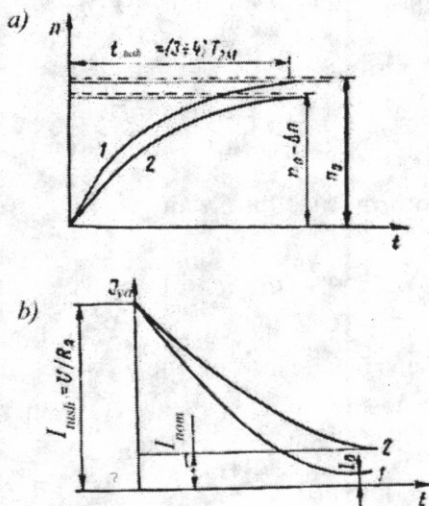
$$i_{ya} = (I_{ish, tush} - I_{ya}) e^{-\frac{t}{T_m} + I_{ya}},$$

bunda $I_{ish, tush} = \frac{U}{r_{ya}}$ - ishga tushirish toki;

I_{ya} - ishga tushish tugallangandagi yakor toki.

Motor salt ishlab, ishga tushsa ($I_{ya} \approx 0$), yakor toki

$$i_{ya} = I_{ish, tush} e^{-\frac{t}{T_m}}.$$

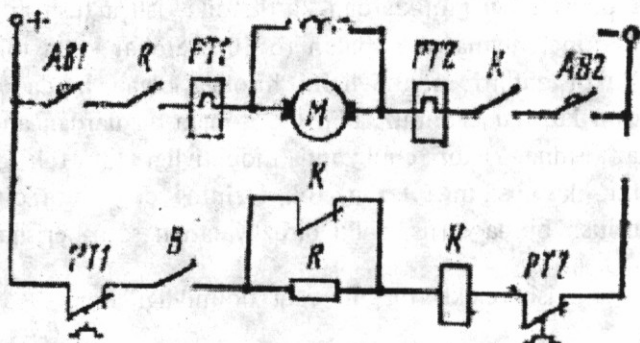


6.8-rasm. Parallel qo'zg'otgichli o'zgarmas tok motorining aylanish tezligi va yakor toki grafiklari: 1-salt ishlab ishga tushish; 2-yuk ostida ishga tushish.

6.8 b-rasmdagi grafiklardan ko'rinadiki, ishga tushish davrida katta, nominal qiymatga nisbatan (6÷10) barobar katta tok bo'lar ekan. Yakor zanjiri induktivligini hisobga olgan holda t va i_{ya} grafiklarini kuzatar ekanmiz, ular 6.8 a-rasm dagilardan anchagina farqlanar ekan. Yakor chulg'ami induktivligi L_{ya} tok o'sishini pasaytirar ekan, shunga ko'ra, tok o'zining eng katta qiymatiga ishga tushish onida emas, balki biroz vaqtdan so'ng erishar ekan.

Bu tok pasayishi elektr magnit vaqt doimiyliqi $T = \frac{L_{ya}}{r_{ya}}$ bilan aniqlanadi.

6.9-rasmda 47D turidagi vagonni isitgich tizimi sirkulyatsiya nasosi motorini to'g'ridan-to'g'ri kontaktor yordamida ishga tushirish sxemasi keltirilgan. Kontaktor K g'altagiga kuchlanish uzgich V orqali beriladi. Bunda g'altak o'zining uzuvchi kontakti orqali toklanadi. Motor M ning kuch zanjirida kontakt K ulanadi va kuchlanish (dastavval dastak yordamida ulangan avtomatik uzgichlar AV1 va AV2 orqali) yakor va qo'zg'otish chulg'amiga uzatiladi. Kontaktor ulangandan so'ng uning K kontakti ajratiladi va uning g'altagi zanjiriga rezistor R kiritiladi. Natijada, g'altak toki kamayadi. Bu kamayish yakorni ushlab turish holatigacha bo'ladi. Rezistor R kontaktor g'altagi olayotgan energiyani cheklaydi va g'altak simini kichik diametrli simda o'rash imkonini beradi. O'ta yuklanishdan himoyalash uchun issiqlik relelari RT1 va RT2 lardan foydalanilgan. Relelarni qizish elementlari motorning kuch zanjiriga ulanib, bloklash kontaktlari esa g'altak K ning yordamchi manbadan dastak yordamida uzgich V orqali ajratiladi; natijada, kontaktor K toksizlanadi va motor to'xtaydi.

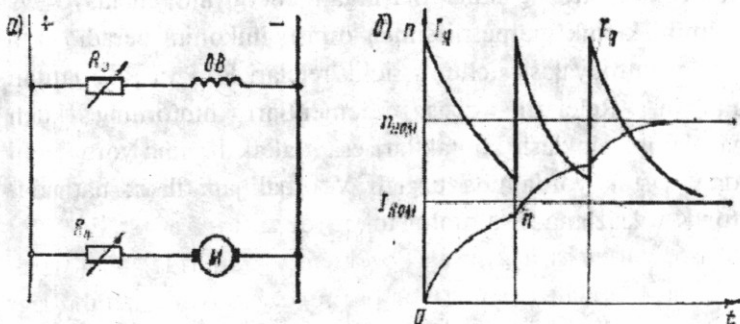


6.9-rasm. Isitish tizimi sirkular nasosi motorini to'g'ridan-to'g'ri manbaga ulash sxemasi.

Kichik quvvatli ventilyatorlarni to'g'ridan-to'g'ri manbaga ulash, asosan paketli uzgichlar yordamida bajariladi.

Reostatli ishga tushirish. Motorni ishga tushirish davridagi tokni cheklash maqsadida, yakor chulg'amiga ishga tushirish reostati R_p ulanadi. Motorning ishga tushishi vaqtida reostat to'aligicha zanjirga kiritilgan bo'ladi (6.10-rasm). R_p qarshiligi motorning ruxsat etiluvchi toki bo'yicha formula:

$$I_n = \frac{U}{ch_{yu} + R_n} = (1,5 \div 2) I_n \text{ dan tanlanadi.}$$



6.10-rasm. Parallel qo'zg'otgichli motorni reostatli ishga tushirishning tamoyiliy sxemasi (a) va tok aylanish tezligining o'zgarish graflari (b).

Tok I_p qancha katta bo'lsa, boshlang'ich ishga tushiruvchi moment $M_n = S_n I_n F$ shunchalik katta va ishga tushirish vaqti shunchalik kichik bo'ladi. Biroq I_p qiymati va, demak M_p lar mashina qizishi va kommutasion turg'unliklardan kelib chiqqan holda yakordagi EYuK orta boradi. Natijada, yakor toki va aylantiruvchi momentni ma'lum bir darajada ushlab turish uchun ishga tushirish reostatini asta-sekin zanjirdan chiqarish tavsiya etiladi. Ishga tushish vaqti quyidagi empirik formuladan aniqlanadi:

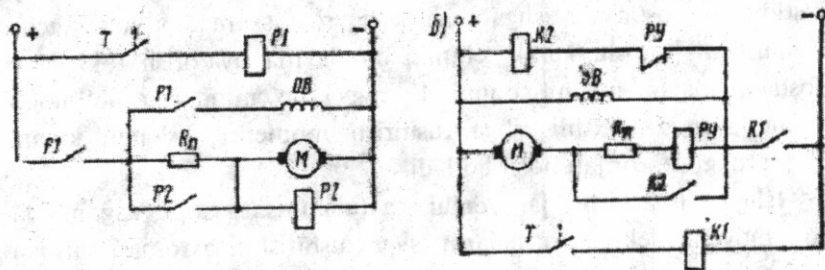
$$t = 4 + 2\sqrt{P_{nom}}$$

bunda, R_{nom} — motorning nominal quvvati.

Agar ishga tushirish reostati bosqichma-bosqich pog'onali o'zgaradigan bo'lsa, tok I_{ya} va aylanish tezligi p ham pog'onali ravishda o'zgaradi (6.10 b-rasm). Bunda reostatning har bir bosqichida p va I_{ya} motor to'g'ridan-to'g'ri ishga tushirilgandagi kabi o'zgarish shakliga ega bo'ladi. Uyg'otish chulg'ami OV dagi rostlovchi reostat R_r ishga tushish davrida sxemadan to'laligicha chiqarilgan bo'lishi kerak, chunki bu davrda uyg'otish toki va u hosil qiladigan magnit oqimi F eng ko'p miqdorda bo'lmog'i lozim. Bunda tegishli ishga tushirish momenti nisbatan kichik miqdordagi tok orqali hosil bo'ladi.

Ishga tushirish jarayonini avtomatlashtirish. Vagonlarda qo'llanuvchi elektr yuritmalarni ishga tushirishni avtomatlashtirish uchun, motorni elektr tarmog'iga ulash va motorga ulanuvchi qarshiliklarni bosqichma-bosqich zanjirdan chiqarish kontaktorlar yordamida amalga oshiriladi. Kontaktorlarda ulab-uzish jarayonlari rele tizimi orqali avtomatik ravishda bajariladi. Rele tizimiga ta'sir etuvchi qabul qiluvchi parametrga qarab quyidagi motorni avtomatik ravishda ishga tushirish usullari mavjud: motorni uning aylanish tezligini kontrol qilish bilan ishga tushirish, tok va vaqt bo'yicha ishga tushirish. Bunda boshqaruv zanjirida ulab-uzish amallari va undan so'ng motorning yakor zanjiridagi kommutatsiyalar barchasi kontrol qilinuvchi parametr (aylanish tezligi, vaqt, tok) ma'lum bir qiymatga etganda amalga oshiriladi.

Aylanish tezligi o'zgarishiga asoslangan ishga tushirish usuli motor zanjiriga ulangan qarshiliklarni motorda hosil bo'luvchi elektr yurituvchi kuch o'zgarishiga qarab motor zanjiridan chiqarish (yoki kirgizish) ga asoslangan. Bu usul, masalan, yo'lovchi tashuvchi vagonlar sovitish shkafining kompressori elektr yuritmasida qo'llaniladi (6.11 a-rasm). Motorni ishga tushirish termodatchik T dan keladigan signaldan boshlanadi. U sovitish shkafi ichidagi harorat ma'lum bir miqdorga etganda boshlanadi. Datchik ishlab yuborishi bilan oraliq rele R1 g'altagi elektr energiyasi bilan ta'minlana boshlaydi. Uning kontaktlari motor yakori va uyg'otish chulg'amidagi (OV) kontaktlarni ulaydi. Motor aylana boshlashi bilan uning EYUK si orta boradi. Bu kuchlanish ma'lum bir qiymatga etganda, rele R2 ishlab yuboradi, uning kontaktlari yakor zanjiridagi ishga tushiruvchi reostatlar R_p ni qisqa tutashtirib, yakorga tarmoq to'liq kuchlanishini ulaydi.



6.11-rasm. O'zgarmas tok motorini ishga tushirishning aylanish tezligi bo'yicha (a) va tok bo'yicha nazorat qilish sxemasi (b).

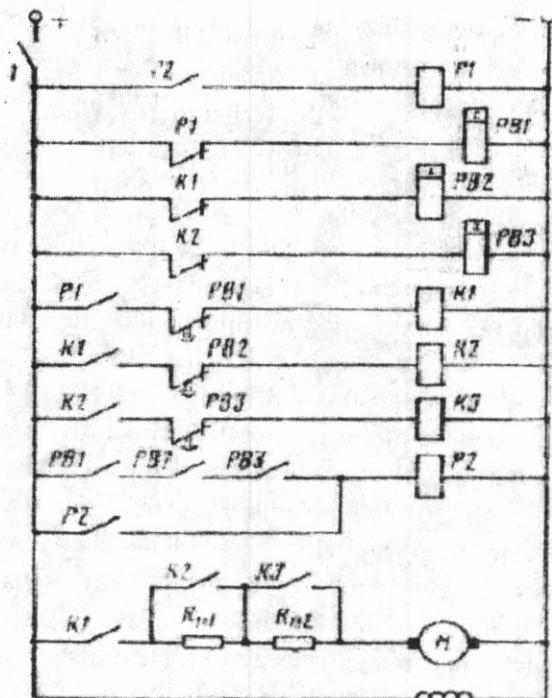
Tok nazorat bo'yicha motorni ishga tushirish tokning ma'lum bir miqdorda-oldindan berilgan qiymatlarida ishga tushirishga asoslangan (masalan, vagon-restoranning sovitish qurilmasi kompressori elektr yuritmasi (6.11 b-rasm). Motorning ishga tushish termodatchik T dan keladigan signaldan boshlanadi va u kontaktor K1 ni ulaydi. Bunda yakor M ga va uyg'otish chulg'ami OV ga tok beriladi. Yakor zanjirida rezistor R_p va tezlatish relesi RU g'altagi bor. RU ulanishini ma'lum bir vaqt siljishi relening

xususiy ulanish vaqtiga bog'liq. Shuning uchun motor ishga tushishining boshlang'ich qismida kontaktor K2 g'altagi zanjiridagi rele RU ning ajratuvchi kontaktlari kontaktor ulanishidan oldinroq ajraladi. Motor aylanib tezlasha borgach, yakor toki kamaya boshlaydi va uning kamayishi ma'lum qiymatga etganda RU relesi ishlab, kontaktor K2 g'altagini tarmoqqa ulaydi. Natijada, kontaktor K2 ulanadi va rezistor R ni qisqa tutashtiradi va rele RU g'altagi qayta ulanishi yuz bermaydi. Ba'zida, sxema ishlash puxtaligini oshirish uchun tezlanish relesi RU kontaktor K2 ni mexanik ravishda bloklangan qilib yasaydilar. Bunda kontaktor K2 ning tasodifan ishlab yuborishi yuz bermaydi.

Tokni nazorat qilib motorni ishga tushirish nisbatan murakkab sxemalarini qo'llashni talab qiladi. Uning kamchiligi sifatida shuni aytish zarurki, motorning kichik yuklamalarida juda katta miqdordagi tezlanish bo'lganligi va katta yuklamalarda esa tezlanish relesi ancha vaqtgacha uzilmay turadi, bu esa ishga tushirish reostatini qizib, yonishiga olib keladi.

Vaqt bo'yicha nazorat bo'lganda, ishga tushirishda reostatlarni bosqichma-bosqich sxemadan chiqarish ma'lum bir vaqtlarda amalga oshiriladi. Bu usul Germaniyada ishlangan yo'lovchi tashuvchi havosi kondisionlangan vagonlarda kompressorlar elektr yuritmasida qo'llangan (6.12-rasm).

Motorni ishga tushirishini ulab-uzgich P ni ulash bilan boshlanadi. Bunda vaqt relolari RV1-RV3 g'altaklari oraliq relesi R1 va kontaktor K1 va K2 orqali ta'minlanadi. RV1-RV3 ulanganda, oraliq rele R1 ga tok beriladi. R2 ning boshqa ulovchi kontaktlari uning g'altagini ta'minlovchi zanjir hosil qiladi. Rele R1 ulanganda, uning ulovchi kontaktlari vaqt relesi RV1 g'altak zanjirini uzadi. Bunda rele RV1 uziladi va vaqt o'tishi bilan K1 kontaktori g'altagiga tok beradi va natijada, kompressor motori elektr tarmog'iga ikkala ishga tushirish qarshiliklari R_{p1} va R_{p2} orqali ulanadi. Bir vaqtning o'zida uzuvchi kontaktlar K1 vaqt relesi RV2 g'altagini toksizlantiradi va u o'zining kontaktlari orqali ma'lum bir vaqtdan so'ng kontaktor K2 g'altagiga tok beradi.



6.12-rasm. Vaqt bo'yicha ishga tushuvchi o'zgarmas tok motorini avtomatik ravishda ishga tushirish sxemasi.

Kontaktor K2 ulangach, reostat R_{p1} ning birinchi bosqichini qisqa tutashtirib motor zanjiridan chiqaradi. Bir vaqtning o'zida kontaktor kontaktlari vaqt relezi RV3 ning g'altagiga tok berishni to'xtatadi. Natijada, biroz vaqtdan so'ng kontaktor K3 g'altagini manbaga ulaydi. K3 ulanib, reostatning ikkinchi bosqichi R_{p2} ni qisqa tutashtiradi. Shu bilan motorni ishga tushirish yakunlanadi.

6.4. O'zgarmas tok motorlari aylanish tezliklarini rostdash

O'zgarmas tok motorlari aylanish tezliklarini uch xil usul bilan rostdash mumkin: yakor zanjiriga ulanuvchi qarshiliklarni o'zgartirish bilan; magnit oqimi F ni o'zgartirish bilan;

ta'minlovchi kuchlanish U ni o'zgartirish bilan. Yo'lovchi tashuvchi vagonlarda, asosan birinchi ikkita usul qo'llanadi. Motorlar rostlanish xususiyatlari aylanish tezligining ko'lam, rostlanish mayinligi va iqtisodiy ko'rsatgichlari bilan tavsiflanadi. Rostlanish ko'lam deganda eng katta aylanish tezligi $p_{\max}$ ning eng kichik

ayanish tezligi $p_{\min}$ ga nisbati tushuniladi: $K_k = \frac{n_{\max}}{n_{\min}}$. Rostlanish

mayinligi deganda ikki qo'shni bo'g'in aylanish tezliklari

nisbati tushuniladi: $K_m = \frac{n_{m+1}}{n_m}$ (bunda m – rostlanish pog'onasi

raqami).

Yakor zanjiriga ulanuvchi qarshilikni o'zgartirib motor aylanish tezligini rostlash. Bu hol uchun yakor zanjiriga ishga tushiruvchi va rostlovchi R_p ulanadi (6.13 a-rasm) va u uzoq muddatda mo'ljallab ishlashga tanlanadi.

Motor ishini tavsiflovchi asosiy parametrlar bo'lib, uning aylanish tezligi va elektr magnit momenti hisoblanadi. Ular motor mexanik tavsifining yuklama mexanik tavsifi bilan kesishgan nuqtasi bilan aniqlanadi.

Motor mexanik tavsifi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$n = \frac{U}{C_e F} - \frac{Mr_{ya}}{C_e C_m F^2}.$$

Agar $U = \text{const}$ va $F = \text{const}$ deb hisoblasak, unda mexanik tavsif $p_{q\psi}(M)$ chizg'iy ko'rinishga ega bo'ladi. Har xil qarshiliklar r_{ya} yakor zanjiriga ulanadigan bo'lsa har bir qarshilikka ega mexanik tavsiflar (6.13 a-rasm) to'g'ri chiziqli bo'lib, qarshilik qancha katta bo'lsa, shuncha keskin og'ish ro'y beradi va tavsif «yumshay boshlaydi». Masalan, tavsif (1) motorning reostatsiz ishlashiga to'g'ri keladi (u tabiiy tavsif deb yuritiladi), (2)-tavsif esa yakor zanjiriga reostat kiritilgan holga to'g'ri keladi (uni sun'iy yoki reostatli tavsif deb yuritiladi). Markazdan qochirma ventillatorning qarshilik mexanik tavsifi (3) bilan motor mexanik tavsiflari 1 va 2

A va B nuqtalarida kesishadi. Bunda $p_B < p_A$, boshqacha aytganda, yakor zanjiriga reostat ulash aylanish tezligini kamayishiga olib keladi. Ko'rib o'tilgan usul aylanish tezligini keng ko'lamda nominal tezlikdan pastga qarab rostlashni ta'minlaydi. Biroq u reostatda katta energiya sarflanishi oqibatida yuritmaning foydali ish koeffitsiyentini kamaytirib yuboradi.

Aylanish tezligini magnit oqimini o'zgartirish yo'li bilan rostlash. Buning uchun parallel qo'zg'otgichli motorlarda magnit oqimini uyg'otish chulg'ami zanjiriga ketma-ket rostlanuvchi reostat ulash bilan amalga oshiriladi, ketma-ket ulanuvchi qo'zg'otgichga ega motorlarda esa reostat ana shu qo'zg'otish chulg'amiga parallel ulanadi. Magnit oqimi kamayishi (uyg'otish toki) bilan aylanish tezligi formula

$$n_o = \frac{U}{C_E F}$$

ga ko'ra ideal aylanish tezligi ortishi tufayli n rostlanadi. Shuningdek, $n = 0$ bo'lganda elektr magnit momenti

$$Mk_{\kappa} = C_m I_{ya} F$$

formulasi bo'yicha kamayadi. Motorning mexanik tavsifi $F = F_n$ (grafik 1) va F_1 / F_2 (grafik 2) bo'lgandagi grafiklari 6.13 b-rasmda keltirilgan. Normal va sun'iy mexanik tavsiflar D nuqtasida kesishadilar, biroq, motorning ishchi rejimi bo'lib yuklama momenti motor momentidan kichik bo'lgan hol hisoblanadi. Shunga ko'ra $n_B > n_A$, boshqacha aytganda, uyg'otish tokining kamayishi aylanish tezligini ko'tarilishiga sababchi bo'lar ekan.

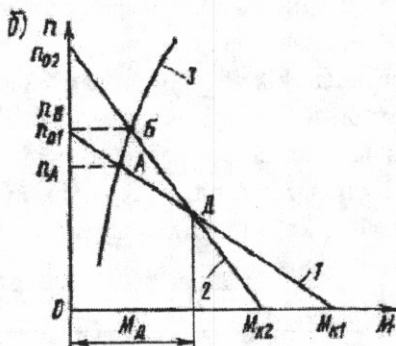
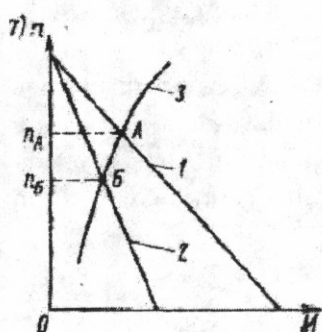
Bu usul aylanish tezligini mayinlik bilan iqtisodiy jihatdan yuqori ko'rsatgichlarda rostlab beradi. Bunda elektr yuritmada quvvat yo'qotishlar juda kam bo'ladi. Biroq bu usulda rostlash ko'lamini uncha katta emas:

$$\frac{n_{\max}}{n_{\min}} = 2 \div 3.$$

Katta tezlik $n_{\max}$ mashina kommutatsiyasi shartlari bilan cheklanadi, chunki bunda yakor toki

$$I_{ya} = \frac{M}{C_m F} \approx \frac{M}{C_E F}$$

keskin ko'tarilib, kollektor ishini murakkablashtirib yuboradi.



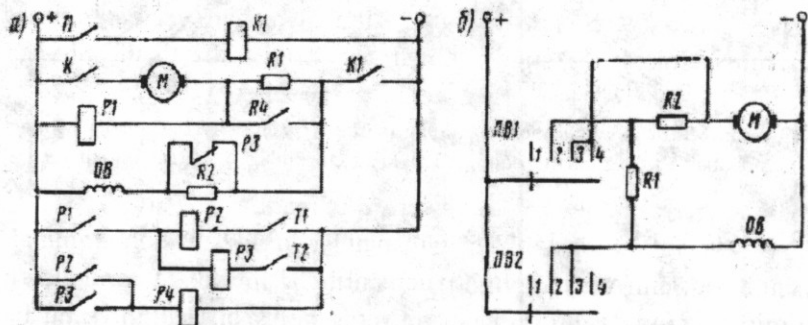
6.13-rasm. Motor va ishchi mexanizmining mexanik tavsiflari aylanish tezligi reostat qarshiligiga (a) va magnit oqimi (b) ga ta'sir etilgandagi o'zgarish grafiklari.

Kichik tezlik $n_{\min}$ mashina to'yinishi bilan bog'liq, chunki magnit oqimini xaddan tashqari oshirib bo'lmaydi. Vagon elektr ta'minoti tizimida aksariyat ko'rib o'tilgan ikkala usulning omuxta varianti qo'llanadi.

6.14 a-rasmda Polshada ishlab chiqilgan ochiq turdagi vagonning ventilatsion qurilmasi elektr yuritmasining soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan bo'lib unda ko'rib o'tilgan aylanish tezligini rostlash usullari omuxta bo'lib qo'llangan. Paketli ulab-uzgich P ulanganda kontaktor K1 ishlaydi va u elektr motorini ta'minlovchi elektr tarmog'iga ishga tushirish reostati orqali ulaydi. Uyg'otish chulg'ami OV tarmoqqa uzuvchi rele kontakti RZ orqali ulanadi. Motor aylanish tezligi ortib borgishi sari rele R1 ishlaydi (motorni EYuK kontrolida ishga tushirish) va

uning kontakti R2 va R3 relelarini ishga tushishga tayyorgarlik qiladi. Bu rejimda ventilatsion qurilma $2500 \text{ m}^3/\text{soat}$ ko'rsatgichi bilan ishlaydi.

Vagon havosining harorati 23°S dan ko'tarilganda, termodatchik T1 kontaktlari ulanadi va rele R2 g'altagiga tok yuboriladi. Uning kontaktlaridan esa rele R4 g'altagiga tok kela boshlaydi. Rele R4 ishlashi bilan uning kontaktlari ishga tushirish reostati R1 ni qisqa tutashtirib, sxemadan chiqaradi — aylanish tezligi orta boshlaydi, natijada, ventilatorning ko'rsatgichini $4500 \text{ m}^3/\text{soatga}$ yetkazadi. Vagon harorati 27°C ga yetganda, termodatchik T2 kontaktlari ulanadi, rele R3 ishga tushadi va u uyg'otish chulg'amida R2 qarshiligini kiritadi. Natijada, aylanish tezligi ortadi va ventilator ko'rsatgichi $5500 \text{ m}^3/\text{soatga}$ yetadi. Vagondagi harorat pasayganda, aylanish tezligi pasayib, ventilatsion qurilma ko'rsatgichi kamayadi.



6.14-rasm. Ventilatsion qurilma motori aylanishi tezligini roslashning tamoyiliy sxemasi.

Ba'zi bir ventilatsion qurilmalarda motor M aylanish tezligini dastaki ravishda paketli uzgichlar PV1 va PV2 larni (6.14,b-rasm) ulab-uzish orqali roslash ham mumkin. Paket uzgichi to'rt xil holatga ega: 1 chi holatda motor tarmoqdan uzilgan; 2-nchi holatda motor yakori zanjirga rezistor R2 orqali ulanishga ega bo'ladi; 3 chi holatda R2 qarshiligi zanjirdan chiqarilgan; 4 chi holatda uyg'otish chulg'amiga rezistorlar R1 va R2 lar kiritilgan.

Demak, bu sxema aylanish tezligini uch bosqich bilan rostdash imkonini beradi.

6.5. O'zgaruvchan tok motorini ishga tushirish

Vagon-elektr stantsiyali yo'lovchi tashuvchi poyezdlar va refrijiatorli tortish tarkiblarida qisqa va faza rotorli asinxron motorlari qo'llaniladi. Ularni ishga tushirish uchun quyidagi usullar mavjud: to'g'ridan-to'g'ri ishga tushirish; stator chulg'omini «yulduz» sxemasidan «uchburchak» sxemasiga ulab ishga tushirish; reostatli ishga tushirish.

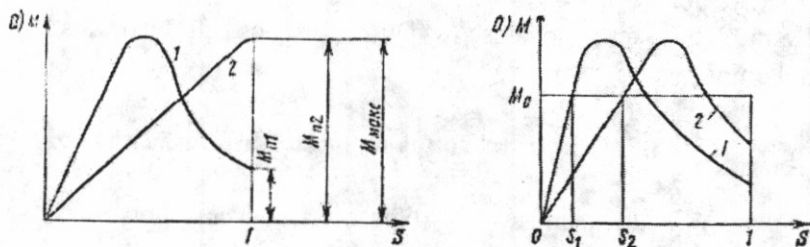
To'g'ridan-to'g'ri ishga tushirish. Bu usul, aksariyat, nisbatan kichik quvvatga ega bo'lgan qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlarda qo'llanadi. Yuklamasi bo'lmagan asinxron motorini ishga tushirish uni tabiiy tavsifida 1 (6.15-rasm) amalga oshiriladi. Bunda ishga tushish davrida juda katta qiymatga ega tok sakrashi (nominal tokka nisbatan 5-7 barobar katta) kuzatiladi. Shunga tegishli ravishda tarmoq kuchlanishi pasayishi ro'y beradi. Ayniqsa, quvvati kattaroq bo'lgan asinxron motorlarining bir qanchasi birdan tarmoqqa ya'ni cheklangan quvvatga ega manbaga ulansa, bu masala qanchalik ahamiyat kasb etishi bilinadi.

Asinxron motor tarmoqqa ulangunga qadar tarmoq nominal, yuklama bilan ishlayotgan va kuchlanishi U_{nom} bo'lsa, tarmoqning minimal ruxsat etiluvchi kuchlanishning nisbiy qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$\rho = \frac{U_{min}}{U_{hom}} \geq \sqrt{\frac{1}{\lambda}} \quad (6.14)$$

bunda, U_m - tarmoq kuchlanishining ruxsat etiluvchi minimal qiymati;

$$\lambda = \frac{M_{max}}{M_{hom}} - \text{motorning o'ta yuklanish koeffitsiyenti.}$$

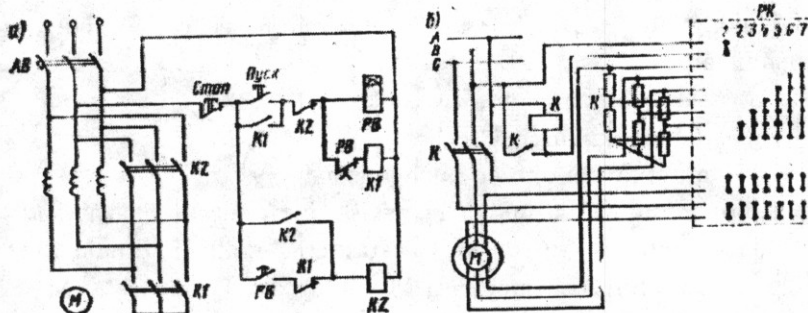


6.15-rasm. Asinxron motorlarining mexanik tavsiflari.

To'g'ridan-to'g'ri ishga tushiriluvchi qisqa tutashgan rotorli asinxron motoriga ega bo'lgan yuk vagoni sovitish qurilmalaridagi motorlarda $\lambda=1,7$, kuchlanish $0,77U_{nom}$ ga teng. Usulning afzalligi uning soddaligida. Shunga ko'ra, u temir yo'l poyezdlarida keng qo'llaniladi.

Stator chulg'omini «uchburchak» sxemasidan «yulduz» sxemasiga o'tkazib ishga tushirish. Bu usul kichik qarshilik momentiga ega qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlarda qo'llanadi. Stator chulg'omini ulab-uzgich yordamida «yulduz» sxemasida ishga tushiriladi va motor o'zining eng yuqori tezligiga erishganida, stator chulg'ami «uchburchak» sxemasiga o'tkazilib ishlash jarayoni davom ettiriladi. Stator chulg'ami «yulduz» sxemasida bo'lganida, uning faza kuchlanish «uchburchak» faza kuchlanishiga nisbatan 3 marotaba kamayadi; natijada, ishga tushirishdagi tok va moment qiymatlari 3 marotaba kamayadi va motorni ishga tushirish jarayoni «yengil» ko'chadi.

Motor stator chulg'omini «yulduz» sxemasidan «uchburchak» sxemasiga o'tkazib ishga tushirish avtomatlashtirilishi mumkin(6.16-rasm). Ishga tushirish uchun dastaki ravishda uzgich AV ulanadi.



6.16-rasm. Qisqa tutashgan (a) va faza rotorli (b) asinxron motorlarini avtomatik ravishda ishga tushirish sxemalari.

So'ngra ishga tushirish tugmachasi Ish (pusk) bosiladi. Kontaktor K1 va vaqt Rv lar tarmoqqa ulanadilar. Ulangan kontaktor K1 o'z kontaktlari bilan RV va K1 g'altaklariga tok beradi. Bir vaqtning o'zida K1 ning asosiy kontaktlari stator chulg'amini «yulduz» shaklida ulaydi-motor aylana boshlaydi. Ma'lum bir vaqt o'tgach (bu vaqt rele si RV ishlashiga bog'liq bo'ladi) RV ning K1 zanjiridagi kontaktlari ajralib, K2 kontaktori g'altak zanjiridagisi esa ulanadi. Natijada, RV va K1 g'altaklaridan kuchlanish olinadi. Kontaktor K1 uziladi, kontaktor K2 ulanadi va stator chulg'ami «yulduz»dan «uchburchak»ka ulanadi. Blokirlovchi K2 kontaktlar RV va K1 (K2 g'altagi zanjirida) kontaktlarini shuntlaydi.

Reostatli ishga tushirish. Bu usul faqat faza rotorli asinxron motorlariga taalluqlidir. Rotor zanjiriga reostat kirgizish ishga tushirish momenti M_p ni oshirib, tok I_p ni kamaytiradi.

Buni quyidagi formulalardan ko'rish mumkin:

$$I_n = \frac{U}{\sqrt{(r_1 + r_2')^2 + (x_1 + x_2')^2}}; \quad (6.15)$$

$$M_n = \frac{m_1}{\omega_1} \frac{U^2 ch_2'}{(r_1 + r_2')^2 + (x_1 + x_2')^2}; \quad (6.16)$$

bunda, r_1 va x_1 – stator chulg‘ami aktiv va induktiv qarshiliklari;

m_1 – stator fazalari soni;

ω_1 – stator toki burchak tezligi;

U – ta‘minlovchi tarmoq kuchlanishi.

Rotor zanjiriga qarshilikni kirgizish mexanik tavsiflarni katta siljishlar tomoniga suradi (6.15,a-rasm, 2-grafik). Bunda S_{q1} bo‘lgani ishga tushirish momenti M_{p2} ga to‘g‘ri keladi ($M_{p1} > M_{p2}$). Aylanish tezligi orta borgan sari ishga tushirish reostati qarshiligini to‘nolga qadar o‘zgartiriladi. Bu usul refrijerator poyezdlari sovitish qurilmalari elektr yuritmalarida tarqalgan.

6.16 b-rasmda 12 vagon refrijerator seksiyasi sovitgichi kompressori asinxron motorini reostatli ishga tushirish sxemasi keltirilgan. Ishga tushirilayotganda reostatlar qarshiligini o‘zgartiruvchi qurilma sifatida barabanli kontroller RK dan foydalanilgan. Uning yettita holati bor bo‘lib, birinchi holatida kontaktor K ulanadi va barcha rezistorlar rotor chulg‘amiga kiritiladi. Yettinchi holatga yetganda, barcha qarshiliklar qisqa tutashtiriladi. Oraliq holatlar motorni reostatning ayrim bosqichlarida ishlashiga to‘g‘ri keladi. Ishga tushirish reostatlari qisqa vaqtda ishlashga mo‘ljamangan. Shunga ko‘ra, motor ishga tushgandan so‘ng kontroller dastagi oxirgi (ishchi) holatiga o‘tkazilishi kerak.

6.6. O‘zgaruvchan tok motorlarining aylanish tezliklarini rostlash

Asinxron motorining aylanish tezligi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$n_2 = n_1(1 - S) = \frac{60f}{p}(1 - S), \quad (6.17)$$

bunda, n_1 – stator magnit maydonining aylanish tezligi;

f_1 – tarmoq toki chastotasi;

p – stator chulg‘ami juft qutblari soni.

Sirpanish S rotor qarshiligi r_2 va kuchlanishi U qiymatlariga bog'liq. Yo'lovchi tashuvchi vagonlar va refrijeratorli tortish tarkiblarida qo'llanuvchi asinxron motorlar aylanish tezligi rotoriga aktiv qarshilik ulash va juft qutblar sonini o'zgartirish yo'li bilan rostdanadi.

Rotor zanjiri aktiv qarshiligini o'zgartirish bilan aylanish tezligini rostlash. Bu usul faqat faza rotorli asinxron motorlariga taalluqlidir. Rotorga qo'shimcha qarshilik kiritilganda, motorning rotor qarshiligi ortadi va uning mexanik tavsifi 2 (6.15,b-rasm) yuqori S tomonga siljiydi. Bunda berilgan qarshilik momenti M_s ga katta sirpanish S_2 to'g'ri keladi. Shunga tegishli ravishda aylanish tezligi ham kamayadi.

Mexanik tavsifning ishchi qismiga taalluqli holatini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$M \approx \frac{m_1}{\omega_1} \frac{U^2 S}{r_2} \quad (6.18)$$

Demak, $M_s = \text{const}$, $U_c = \text{const}$ va $\omega_1 = \text{const}$ bo'lganda,

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{r_{21}'}{r_{22}'},$$

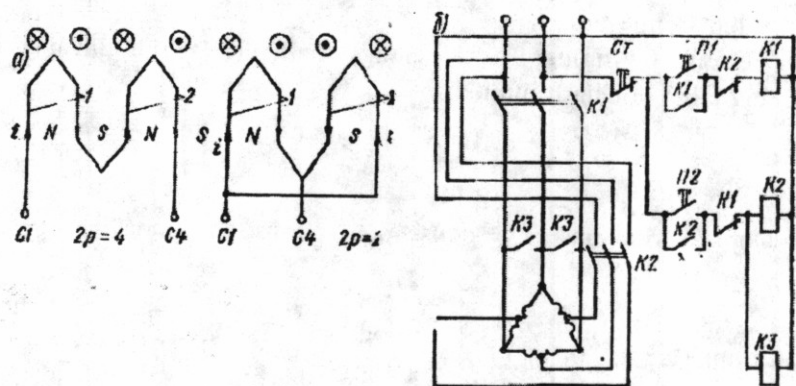
bunda, r_{21}' va r_{22}' - rotorda reostat yo'qligi va borligidagi keltirilgan aktiv qarshiliklar.

Ko'rib o'tilgan usul aylanish tezligini mayinlik bilan keng ko'lamda nominaldan to'rt nolgacha qadar rostlash imkonini beradi. Biroq usul iqtisodiy jihatdan tejamli emas, chunki rostlovchi reostatlarda energiya isrofi katta bo'lib, elektr yuritma FIK ni pasaytirib yuboradi.

Stator chulg'amida juft qutblar sonini o'zgartirish yo'li bilan aylanish tezligini rostlash. Bu usul aksariyat qisqa tutashgan rotorli asinxron motorlarda qo'llaniladi. U aylanish tezligini pog'onaviy ravishda o'zgartiradi. Ular quyidagi qiymatlarga ega: 3000, 1500, 1000, 750, 600 va h.k. ayl/daqqa. Odatda, bunday motorlar ko'p tezlikli motorlar deb yuritiladi. Ular statorda bitta chulg'amga ega

bo'lib, ularning bo'laklaridan simlar chiqarilgan. Ularni o'zaro har xil variantlarda ulab, har xil qiymatlardagi juft qutblarni olish mumkin. Chulg'amning eng sodda sxemasi qutblar soni nisbati 1:2 ga tengligida hosil bo'ladi. Bunday chulg'amli motorlar yo'lovchi tashuvchi poyezdlar vagon-restoranlari ventilatorlarida qo'llangan.

6.17 a-rasm da stator chulg'amini har xil juft qutblarga o'tkazish sxemasi keltirilgan. Har bir faza chulg'ami ikkitadan g'altak (1) va (2) dan tashkil topgan. Bu g'altaklar o'zaro ketma-ket ulansa, to'rt qutbli stator chulg'ami hosil bo'ladi. Agarda (1) va (2) g'altaklari o'zaro parallel ulanadigan bo'lsa, ikkita qutbga ega bo'lamiz.



6.17-rasm. Statorning bitta fazasi chulg'amini har xil qutblar soniga o'tkazish sxemasi (a) va bu usulni qo'llab, asinxron motori aylanish tezligini roslash (b).

Ikki tezlikli asinxron motorini boshqarish quyidagicha olib boriladi (6.17 b-rasm): tugmacha P1 bosilganda, kontaktor K1 g'altagi toklanadi. Uning kontaktlari «uchburchak» sxemada bo'lib, ko'p qutbga ega. Yuqori aylanish tezligiga o'tish uchun dastavval tugma S₁ ga bosiladi, so'ngra uni qo'yib yuborib P2 tugmasi bosiladi va K2 va K3 g'altaklari toklanadi. Bu kontaktorlar stator chulg'amini «ikkilangan yulduz» sxemasiga o'tkazadi va qutblar sonini birinchi holdagiga qaraganda 2 marotaba kamaytiradi. Shunga ko'ra, motor aylanish tezligi ikki marotaba ko'payadi.

Elektr motorini bu usul bilan boshqarishni tegishli avtomatika relesini qo'llab avtomatlashtirish mumkin.

6.7. Elektr motorining nominal bo'lmagan sharoitlarda ishlashi

Parallel qo'zg'otishli o'zgarmas tok motori ishiga kuchlanish o'zgarishining ta'siri. Parallel qo'zg'otishli motor kuchlanishining pasayishi (masalan, akkumulator batareyasining poyezd bekatlarida razryadlanishi) uyg'otish tokini va, demak, magnit oqimini kamayishiga olib keladi. Agar kuchlanish U_{nom} dan $U = \beta U_{nom}$ gacha pasaysa, bu uyg'otish tokini I_{nom} dan $I_v = \beta I_{nom}$ ga, magnit oqimini F_{nom} dan $F = \alpha F_{nom}$ gacha o'zgarishga olib keladi. Odatda, $\alpha > \beta$.

Salt ishlash davridagi aylanish tezligi

$$n_o = \frac{\beta U_{nom}}{C_E \alpha F_{nom}} = \frac{\beta}{\alpha} n_{onom} \quad (6.19)$$

Kuchlanish U va p_o qiymatlarini hisobga olgan holda mexanik tavsif formulasi quyidagicha bo'ladi:

$$n = n_o - \frac{n_o}{U} I_{ya} c h_{ya} = \frac{\beta}{\alpha} n_{onom} - \frac{I n_{onom}}{\alpha U_{nom}} I_{ya} c h_{ya}.$$

Bundan asosiy mexanik tavsifi formulasi

$$M = S_m I_z \alpha F_{nom} \quad \text{va} \quad F_{nom} = \frac{U_{nom}}{C_1 n_{onom}} \quad \text{larni hisobga olgan}$$

holda quyidagicha bo'ladi:

$$I_{ya} = \frac{M}{S_m \alpha F_{nom}} - \frac{C_E n_{onom}}{S_m U_{nom}} \frac{1}{\alpha} M; \quad (6.20)$$

$$n = \frac{\beta}{\alpha} n_{onom} - \frac{1}{\alpha^2} \left(\frac{n_o}{U_{nom}} \right)^2 \frac{S_E}{S_m} M ch_{ya} \quad (6.21)$$

Bu tenglamalarni nisbiy birliklarda ifodalasak,

$$n_* = \frac{\beta}{\alpha} - \frac{1}{\alpha} i_{ya} ch_{ya};$$

$$n_* = \frac{\beta}{\alpha} - \frac{1}{\alpha^2} - \frac{S_E}{S_m} m_* ch_{ya*},$$

bunda

$$n_* = \frac{n}{n_{onom}}; \quad i_{ya*} = \frac{I_{ya}}{I_{yanom}}; \quad m_* = \frac{M}{M_{nom}}; \quad CH_{ya*} = \frac{ch_{ya}}{ch_{yanom}}.$$

Aylanish tezligi o'zgarganda, motorni aylantiruvchi mexanizm parametrlari ham o'zgaradi. Masalan, ventilatsion agregatlar yoki markazdan qochuvchi nasoslar uchun quyidagi tengliklar mavjud:

$$\frac{Q_n}{Q_1} = \frac{n_{11}}{n_1}; \quad \frac{H_{11}}{H_1} = \left(\frac{n_{11}}{n_1} \right)^2; \quad \frac{P_{11}}{P_1} = \left(\frac{n_{11}}{n_1} \right)^3; \quad \frac{M_{cl1}}{M_{cl}} = \left(\frac{n_{11}}{n_1} \right)^3.$$

Bunda, Q , H , P va M_s lar tegishli ravishda unum, bosim, quvvat va qarshilik momenti.

Kulanish U , tok chastotasi f va aylanish tezligi p ning asinxron motori ishiga ta'siri.

Chastota doimiy qiymatida kuchlanishning o'zgarishi ishga tushirish va kritik momentlarga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Shunga ko'ra, kuchlanish sezilarli pasayganda, motor ishga tushmay qolishi mumkin. Kuchlanishning pasayishi ishlab turgan motorni to'xtatib qo'yishi ham mumkin. Umuman olganda, kuchlanish pasayishi sirpanishni ko'tarilishga va natijada, rotor tokini ham ortishiga sababchi bo'ladi. Kuchlanishning ortishi ularning kamayishiga olib keladi. Tegishli ravishda stator chulg'amidagi tok ham o'zgaradi. Shu bois, agar kuchlanish nominaldan 5% ga kamaysa, motor ishi

nominal yuklamadan past yuklamada ishlashi mumkin. Aks holda, chulgʻamlar qizishi va tezda ishdan chiqishi mumkin.

Tok chastotasining kamayishi magnit oqimini aylantiruvchi moment va magnitlovchi tokning koʻtarilishiga sababchi boʻladi. Magnitlovchi tokning ortishi maʼlum bir sharoitda motorni oʻtakizishga olib keladi. Tok chastotasining ortishi kuchlanish oʻzgarmaganda, magnit oqimini kamayishiga sababchi boʻladi. Shuningdek, ishga tushiruvchi va kritik momentlar ham kamayadi. Motor chastotasi oʻzgaruvchi tarmoqlardan taʼminlanganda uning normal ishiga sharoit yaratishlik maqsadida mashinadagi magnit oqimini oʻzgartmay qoldirish zarur. Bunga chastota bilan bir qatorda kuchlanishni oʻzgartirish orqali erishish mumkin (chastota oshganda kuchlanishni ham oshirish darkor va aksincha). Chastota va kuchlanish oralaridagi munosabat motor yuklamasi xususiyatlariga qarab maʼlum bir qonuniyat orqali olib boriladi.

VII bob. VAGONLARNING ELEKTR YORITGICHLARI

7.1. Umumiy holatlar va yoritish turlari

Vagonlarni yoritishda, asosan cho'lg'anuvchi lampalar bilan birga luminessent lampalar ham qo'llaniladi. Ular yoritgich qurilmalariga joylashtirilgan holda vagon shipiga yoki yon kupe devorlariga va dahlizlarga o'rnatiladi.

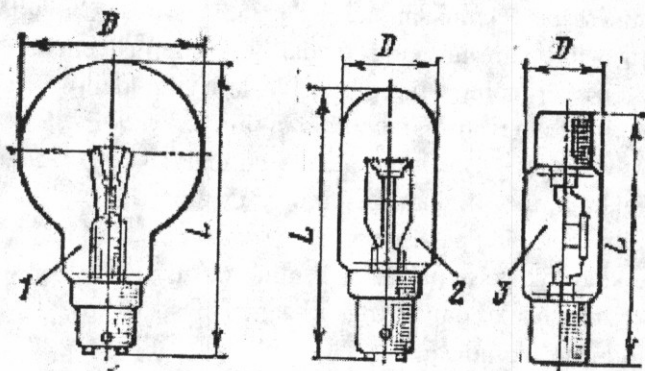
Vagon yoritgichlari sanitar me'yor va qoidalarga mos keluvchi yorug'likni ta'minlashlari zarur. Yorug'lik me'yori ishchi yuzalarni kerakli bo'lgan yorug'likning eng kam miqdori bilan ta'minlashni ko'zda tutadi (ishchi yuzalarga kupedagi stolchalar, yuklarni saralovchi stollar va boshqalar kiradi). Ishchi yuzalar poldan 0,8 m balandlikda bo'ladi.

Elektr yoritgichlar turlari quyidagicha: umumiy yoritgichlar-kupe, xojatxona, tambur, dahliz, salonlarni yoritishga mo'ljallangan. Umumiy yoritgichlar, odatda, vagon shipiga bir xilda yoki alohida lokal (xona ahamiyatiga qarab) joylashtiriladi; mahalliy yoritgichlar — ishchi o'rinlarni yoritish uchun xizmat qiladi; xizmat uchun mo'ljallangan yoritgichlar.

Ular, asosan bug'-qozoni bo'limlarini, vagon zinalarini, vagon osti xo'jaliklarini yoritishda xizmat qiladi; navbatchi yoritgichlar, asosan, kechasi oyektlarni yoritishda qo'llanadi. Ularni hisoblashda me'yorga rioya qilish shart emas; avariya yoritgichlar asosiy manbalar ishdan chiqib, avariya holatlari yuz bergandagina ishga tushadi.

7.2.Yoritish manbalari

Yoritish manbalari sifatida cho'g'lanuvchi va luminescent lampalar xizmat qiladi. Vagonlarda temir yo'l uchun mo'ljallab chiqarilgan cho'g'lanuvchi lampalar qo'llaniladi. Ular yuqori vibroturg'unlikka hamda o'z-o'zidan buralib ketmaydigan maxsus sokolga egalar. Lampa kolbasi yuqori sifatli shishadan tayyorlangan va uning ichidagi havo chiqarib olingan. Shakl tuzilishi bo'yicha kolbalar sharsimon (1) (7.1-rasm), barmoqsimon (2) va sofitli (3) bo'ladilar. Cho'lg'anish tolasi qattiq eruvchi volframdan iborat. U spiral ko'rinishida ikkala elektrodlar oralariga bir yoki ikki qator qilib tortib qo'yilgan. Kolba sokol bilan maxsus mastika yordamida birlashgan.



7.1-rasm. Temir yo'l cho'g'lanish lampalari: 1-sharsimon (nok shaklli) lampa; 2-barmoqsimon lampa; 3- sofitli lampa.

Sokol izolatori shisha yoki plastmassadan tayyorlanadi. U kontaktlarni o'zaro izolatsiyalaydi va shuningdek, sokol korpusidan ham izolatsiyalaydi.

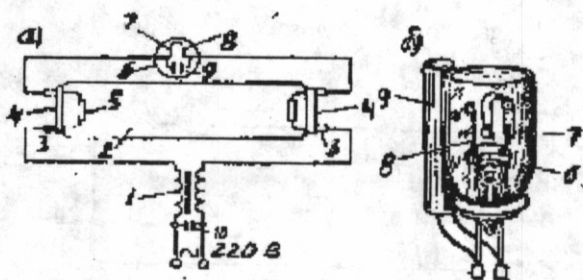
Cho'lg'anuvchi lampalarning kamchiligi – qabul qilinayotgan energiyaga qaraganda juda kam yorug'lik energiyasi hosil qilishda (oddiy lampalarga qaraganda, ular beradigan yorug'lik miqdori 12-15% ga kam). Shuningdek, ularning ishlash muddati ham nisbatan kichik miqdorni tashkil qiladi. Bu muddat, aksariyat berilayotgan

kuchlanish miqdoriga bog'liq. Masalan, kuchlanish nominalga nisbatan 10% ga ortadigan bo'lsa, uning ishlash muddati nominalga nisbatan 80–90% kamayadi. Agar kuchlanish 10% ga kamayadigan bo'lsa, yorug'lik qiymati ikki marotaba qisqaradi. Nominal kuchlanishda oddiy lampalar ishlash muddati 1000 soatga teng bo'lsa, temir yo'l lampalariniki 400 soatni tashkil qiladi. Lampa sokolida keltiriluvchi xarf va raqamlar quyidagicha izohlanadilar: R-rezbaviy, Sh-shtiftli, S_f-sofitli, S-silindrlil xarflardan keyin keluvchi raqamlarning birinchisi sokol diametrini ko'rsatadi. Masalan, 2Sh-22-2 belgi quyidagilarni belgilaydi: 2Sh-ikki shtirli, 22-sokol diametri, 2-sokol yon qismidagi ikkita kontakt borligi; J 54-25 turdagi lampadagi J-temir yo'l uchun mo'ljallanganligini, harfdan keyingi raqam 54-voltni, 25-quvvat (Vt)ni ifodalaydi.

Luminessent lampalar keng tarqalgan. Cho'g'lanuvchi lampalarga nisbatan ularning foydali ish koeffitsiyentlari yuqori, yorug'lik berish qobiliyati yuksak. Ishlash muddatining o'rtacha qiymati cho'g'lanuvchi lampanikidan ancha yuqori (5000 soat). Undan tashqari, lyuminessent lampalar o'tkazgichlarning izolatsiyalariga termik jihatdan putur yetkazmaydilar.

Luminessent lampalarning ishi ba'zi bir moddalar (kalsiy, magniy, kadmiy, qo'rg'oshin va b.)ning oltin gugurt birlashmasiga aloqador xususiyatlaridan foydalanilganda hosil bo'luvchi yorug'lik (lyuminofo)ga asoslangan.

Luminessent lampa rangsiz shishadan yasalgan silindrik trubka (2) dan iborat (7.2-rasm) bo'lib, ikkala chekkasiga sokol (4) o'rnatilgan. Sokollarga shtir (3) lar joylashgan. Shtirlarning trubka ichiga joylashgan qismida volfram spiral (5) lar ulangan. Spirallar boriv va stronsiy oksilari bilan qoplangan bo'lganliklari uchun ular yuqori haroratda elektron nurlanishiga bardoshli hisoblanadilar.



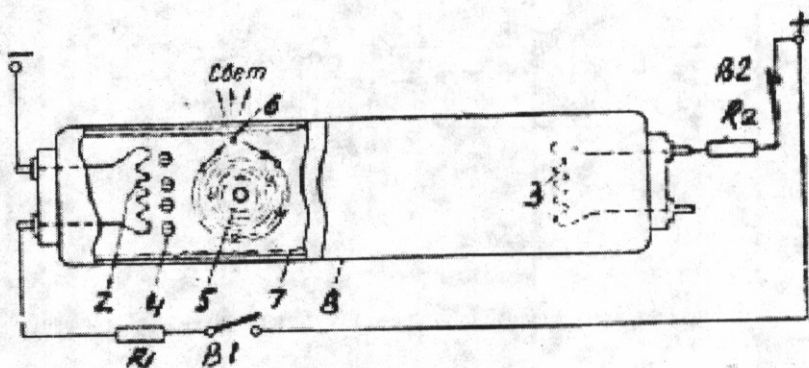
7.2-rasm. Luminessent lampaning zanjir (a) va starterga ulanish (b) sxemalari.

Trubkaning ichki yuzasi tekis qavat qilib luminessent tarkibi — luminafor bilan qoplangan. Trubkaning ichi yuqori bosim ostidagi argon bilan to'ldirilgan. Shuningdek, trubka ichiga simob parlarini hosil qiluvchi simob tomchilari ham kirgizilgan. Argon lampa yonishini yengillashtirish uchun xizmat qiladi. Simob parlari lampaning ultragunafsha rangli qisqa to'liqinli nurlanishini hosil qiladi.

Luminessent lampalar o'zgaruvchan tok qurilmalarda xizmat qilish uchun mo'ljallangan. O'zgaruvchan tok zanjiriga ular maxsus ballast qarshiligi (drossel) (1) bilan ketma-ket ulangan starter (6) ga ulanadilar. Lampaning yonishi uchun starter (6) xizmat qiladi. Starter miltillab yonuvchi razryadlanuvchi lampa bo'lib, unda bimetalldan yasalgan qo'zg'oluvchi elektrod (7) va qo'zg'almas elektrod (8) dan tashkil topgan.

Sxemadagi kondensator (9) radio to'liqini to'siqlarini yo'qotish uchun mo'ljallangan. Ikkinchi kondensator (10) lampaning quvvat koeffitsiyentini yaxshilash uchun xizmat qiladi.

Luminessent lampaning yonish tamoyilini uning o'zgarmas tokka ulanish sxemasi misolida ko'rib o'tamiz (7.3-rasm).



7.3-rasm. Lyuminessent lampa ishlan sxemasi.

Uzgich V1 ulanganda, qarshilik R_1 zanjiridagi tola (2) (u manfiy elektrod hisoblanadi) qiziydi, simob parlanadi va trubka ichiga par yoyiladi. Qizigan tolada musbat zaryadlangan elektrod (3) ga intiluvchi erkin elektronlar paydo bo'ladi. O'z yo'lida erkin elektron (4) gaz atomi (5) bilan to'qnashadi, o'z yo'lini o'zgartiradi yoki atom orbitasidan elektron (6) ni urib chiqaradi. Bu elektronlarning bir qismi erkin bo'lib, lavasimon harakatlanadi va o'z yo'lidagi uchragan atomlarni ionlaydi.

Tortish kuchi juda katta miqdorda bo'lganligi sababli boshqa juda katta elektron qismlar atom yadrosi orbitasidan ajralgach, yana o'z orbitasiga qaytadi. Bunda elektr magnit energiya hosil bo'ladi va u luminoforga ta'sir etadi. Lampa yoriy boshlaydi. Lampa yongach uzgich V1 uziladi va uzgich V2 ulangancha qolaveradi.

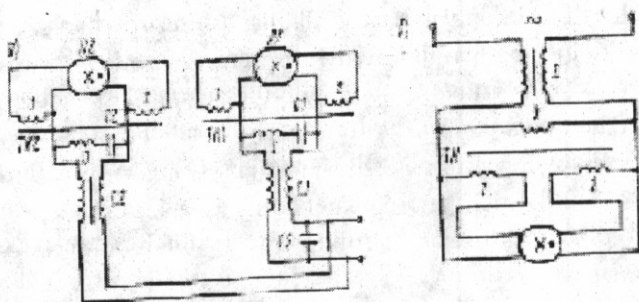
Lampaning ta'minlovchi o'zgaruvchan tok zanjiriga ulangan holatidagi jarayon ham o'zgarmas tokka ulangandagi kabi kechadi, zero elektronning elektrodlar (4) oraliqlaridagi «yugurish» vaqti 50 Gs chastotali davr vaqtiga qaraganda bir qancha barobar kichikdir.

Lampa yongandan so'ng uning elektrodleri oralaridagi kuchlanish 60–80 V atrofida bo'ladi, shunga ko'ra, lampa spirallarini o'ta kuchlanishdan himoya qilish maqsadida zanjir tarmog'iga drossel ballast qarshilik (1) ulangan.

Luminessent lampalar starter ulanish sxemalari ishlash puxtaligi nisbatan kichik bo'lganligi tufayli u tez-tez ishdan chiqadi. Bu sxemalarda yonish jarayoni noqulay bo'lgan miltillash hodisasi va u tufayli radio xalaqit qilish to'liqlari hosil bo'ladi. Shu bois startersiz ishlovchi luminessent lampalar ulanish sxemalari keng tarqalgan. Bunday lampalarda kuchlanishning haroratga bog'liqligi (bu bog'liqlik elektrodlar harorati ortishi bilan kamaya boradi) qo'llangan.

Startersiz ishlovchi lampalar sxemalari elektrodni oldindan qizdiruv (tez yonish) va sovuq yonish sxemalariga bo'linadi. Vagonlar yoritish tarmoqlarida tezkor yonuvchi sxemalar qo'llanadi. Startersiz yonishni ta'minlovchi sxemada (7.4b-rasm) tokni cheklagich sifatida drossel L qo'llangan elektrodni dastlabki qizitish transformator TN yordamida bajarilgan. Transformator ikkita ikkilamchi chulg'amlar (1 va 2) ga ega. Ular shunday ulanganki, natijada, ular kuchlanishlari transformator birlamchi chulg'ami (3) kuchlanishi bilan qo'shiladi. Tok lampa elektrodleri orqali o'tib, ularni qizdiradi va elektrodlar oralaridagi kuchlanish ma'lum bir qiymatga yetganda lampa yonadi. Lampa yongach, drosseldan ishchi tok o'tib, unda kuchlanish pasayishi yuz beradi. Shunga ko'ra transformatorning birlamchi chulg'amida kuchlanish taxminan ikki marotaba kamayadi. Natijada, nakal toki ham ikki marotaba kamayadi.

Tver vagonsozlik zavodi vagonlarida 7.4,a-rasm da keltirilgan sxema bo'yicha ishlovchi luminessent lampalar qo'llaniladi. L1 va L2 lampalar zanjiriga L1 va L2 drossellar, nakal transformatorlari TN1 va TN2 ulangan. Kondensatorlar S1 va S2 lampani yonish kuchlanishini ko'paytirish uchun mo'ljallangan bo'lsa, S3 kondensatori lampa quvvat koeffitsiyentini ko'tarish uchun xizmat qiladi. Vengriya zavodlarida ishlab chiqilgan vagonlarida (7.4,b-rasm) nakal transformatori TN ning ikkilamchi chulg'amlari (1 va 2) lampa elektrodlerini dastlabki qizitish uchun xizmat qilsa, chulg'am (3) tok cheklagich vazifasini bajaradi.



7.4-rasm. Startersiz luminescent lampaning ulanish sxemasi.

7.3. Yoritgichlar

Yoritgichlar — bu lampali armatura va himoya qurilmasining yig'indisidan iborat. Ularning vazifalari — lampaning yoritish oqimlarini kerakli yo'nalish bo'yicha yuborish, inson ko'zini o'ta yoriqlikdan asrash, lampa va ishga tushirish — rostlash qurilmalarini mexanik shikastlanish va atmosfera ta'siridan himoyalashdir.

Yorig'lik tarqatish bo'yicha yoritgichlar klasslarga bo'linadilar. Bu ko'rsatgich quyidagi koeffisiyent bo'yicha belgilanadi:

$$K = \frac{F_p}{F_{sv}}$$

bunda, F_p — pastki yarim sferaga yo'naltirilgan yorug'lik oqimi;

F_{sv} — yoritgichning umumiy yorug'lik oqimi.

Agar $k > 0,8$ bo'lsa, yoritgich oqimi to'g'ri yo'nalgan hisoblanadi;

$0,6 < k < 0,8$ bo'lganda, yoritgich to'g'ri harakatlanuvchi hisoblanadi;

$0,4 < k < 0,6$ da yorug'liq oqimi yoyilgan bo'ladi;

$0,2 < k < 0,4$ bo'lganda, yoritgich manfiy yorug'likka ega hisoblanadi;

$k < 0,2$ yoritgich qaytariluvchi yorug'likka ega hisoblanadi.

Vagonlarda aytib o'tilgan yoritgichlarning barchasi qo'llaniladi.

Yoritgichlar yong'inga va portlashga bardoshli qilib ham chiqariladi. Shuningdek, ularning yorug'lik texnik ko'rsatgichlari mo'tadil bo'lishi va foydalanishda hamda ta'mirlashda qulayligi bo'lishi ham kerak.

Vagonlardagi yoritgichlar soni bitta, ikkita, to'rtta va ko'p bo'lishi mumkin. Ularni vagonda joylashtirish, asosan kerakli yorug'likni olish asosida olib boriladi. Yo'lovchi tashuvchi vagonlarda asosiy yorug'lik manbalaridan tashqari navbatchilik va avariya lampalari va manbalari ham bo'lishi zarur.

7.4. Elektr bilan yoritishni hisoblash usullari

Elektr yoritishni hisoblashdan ko'zlanadigan maqsad asosan yoritish manbalarini va yoritgichlarni tanlash, ularni osib qo'yish balandligini va joylashtirishni aniqlashdan iborat.

Yoritishni hisoblashda quyidagi parametrlardan foydalaniladi: yorug'lik energiyasi quvvati, yorug'lik oqimi, lyumen, yorug'lik kuchi. Yorug'lik energiyasining quvvati yorug'lik oqimi F bilan tavsiflanadi. Yorug'lik oqimi — bu vaqt birligida ma'lum sathga to'g'ri keluvchi yorug'lik quvvati hisoblanadi. Uning o'lchov birligi sifatida lyumen (lm) qabul qilingan.

$L y u m e n$ — bu to'liq nurlangich (absolut qora tan) dan platina qotadigan haroratda $5,305 \cdot 10^{-7} m^2$ sathga to'g'ri keluvchi yorug'lik oqimidir.

$Y o r u g' l i k k u c h i I$ — berilgan yo'nalishda harakatlanuvchi yorug'lik oqimining fazoviy zichligi:

$$I = \frac{dF}{d\omega}, \quad (7.1)$$

bunda, ω — tanoviy burchak bo'lib, konusaviy sath bilan chegaralangan faza qismi.

Tana burchagi steradianda o'lchanadi va quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$d\omega = \frac{dS}{r^2}, \quad (7.2)$$

Bunda, S – sferik sath bo'lagi (u tana burchagi bilan o'lchanadi);
 r – sfera radiusi.

Yorug'lik kuchi k a n d e l a (kd) da o'lchanadi, $1 \text{ kd} = 1 \text{ lm/ster}$.

Yoritilganlik E ma'lum yuzaga tushayotgan yorug'lik oqimining yuza zichligi bo'lib, 1 yu k s (lk) da o'lchanadi. $1 \text{ lk} = 1 \text{ lm/m}^2$.

$$E = \frac{dF}{dS}. \quad (7.3)$$

$$F = \frac{E_{\min} z S_k}{\eta n}, \quad (7.4)$$

bunda, $E_{\min}$ – me'yorlangan yoritilganlikning minimal miqdori;

z – yoritiladigan sath;

k – lampaning «qarishi» va changlanishini hisobga oluvchi koeffitsiyent ($k=1,2-1,4$);

n – yoritgichlar soni;

η – yorug'lik oqimini ishlatishligini hisobga oluvchi koeffitsiyent ($\eta=0,25-0,52$).

Koeffitsiyent η yoritgich konstruksiyasi devor va shiplarning yorug'lik qaytarilish qobiliyatiga bog'liq.

Aniqlangan yorug'lik oqimi bo'yicha yorug'lik manbai quvvati topiladi.

Nisbiy o'rnatilgan quvvat usuli. Bu usul taxminiy hisob-kitoblarda qo'llanadi. Yorug'lik manbai quvvati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$P = Sk \quad (7.5)$$

bunda, S – yoritiluvchi sath;

k — oʻrnatilgan nisbiy quvvat koeffitsiyenti. Uning qiymati har xil xonalar uchun har xil boʻladi.

Nuqtaviy usul. Bu usul xonaning har xil nuqtalaridagi yoritilganlikni aniqlab, yoritgichlarni toʻgʻri joylashtirish imkonini beradi.

Yoritilganlik quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$E = \frac{I \cos^3 \alpha}{h^2}, \quad (7.6)$$

bunda, I — yorugʻlik kuchi (u yoritgichni tavsiflovchi grafikdan aniqlanadi);

α — yoritgich orqali berilayotgan yorugʻlik nuri bilan vertikal orasidagi burchak:

h — yoritgichning shipga osilish balandligi.

VIII bob. VAGONLARNI ELEKTR YORDAMIDA ISITISH

Temir yo'llarni elektrlashtirish elektr energiyasini vagonlarni isitish uchun ishlatish imkonini beradi. Elektr yo'li bilan vagonlarni isitish boshqa turdagi isitishlarga qaraganda qator afzalliklariga ega. Elektr energiyasini qo'llash isitish tizimlarini sodda usullar bilan to'la avtomatlashtirish, vagon haroratini kerakli darajada mo'tadil ushlab turish imkonini yaratadi.

Elektr yo'li bilan isitish tizimidan foydalanish sodda yo'l bilan olib boriladi, chunki bunda vagonni yoqilg'i bilan shaylashga bo'ladigan hojatga o'rin bo'lmaydi. Elektr yo'li bilan isitiladigandek ifloslik, havoning noxush tutunlar bilan buzilish holatlari bo'lmaydi. Undan tashqari, suv isitish qozonini elektr isitgichga almashtirish vagon vazni-tarasini kamaytirishga olib keladi.

Biroq elektr energiyasi bilan isitish usulining imkoniyati elektrlashtirilmagan uchastkalar bilan cheklangan. Shu tufayli, ba'zi bir vagonlarni elektr yo'li bilan isitish maqsadida vagon elektr stansiyalaridan foydalaniladi. Undan tashqari, konditsionerga ega vagonlarda vagon osti elektr generatorlari bo'lib, ulardan isitish maqsadida ham foydalaniladi.

8.1. Elektr bilan isitish turlari

Vagonlarda uch xil turdagi elektr isitgichlardan foydalaniladi.

Konveksion isitgich. Bunda elektr pechlari to'g'ridan-to'g'ri yo'lovchi xonasiga o'rnatilgan. Bu usul iqtisodiy jihatdan eng tejimli hisoblanadi, chunki ajralayotgan issiqlik faqat isitish uchun ishlatiladi. Usulning kamchiligi – ajralayotgan issiqlikning vagon hajmi bo'yicha bir tekisda tarqalmasligi.

Kaloriferli isitgich. Bunda vagonda havo elektr kaloriferda isitilgandan so'ng beriladi. Kalorifer havo kanaliga o'rnatilgan bo'ladi.

Kaloriferli isitgich montaji sodda va juda kompakt ravishda joylashgan. Uning kamchiligi sifatida qurilmaning foydali ish ko'effitsiyentining kichikligini aytib o'tish kerak. Bunga sabab havoning yuqoridan pastga qarab uzatilishida.

Radiatsiyali isitgich. Bunda elektr isitgichlar havo, pol va shipga o'rnatiladi. Shunga ko'ra, ularga termik jihatdan yuqori puxtalik talab etiladi.

Aytib o'tilgan usullarning hech biri mustaqil qo'llanilmaydi. Ular asosan kombinatsiyali ravishda, ya'ni konveksion-kaloriferli yoki elektr va ko'mirli usulda qo'llaniladi. Bunda suv qozonda qattiq yoqilg'i (ko'mir, torf, o'tin) yoqish bilan yoki suv qozoni o'rnatilgan elektr isitgich yordamida amalga oshiriladi.

Kombinatsiyali isitgichga ega vagonlarda suv isitgich tizimi elementlari (trubalar, suv qozoni, kalorifer va b.) bilan birga elektr isitgich elementlari (yuqori kuchlanishli isitgichlar va b.) ham o'rnatilgan. Shunga ko'ra vagon ostida 3000 V li magistral, vagonlararo ulamalar, yuqori kuchlanishli apparatlar, elektrisitgich qurilmaning himoya jihozlari joylashgan vagon ostidagi yashik ko'zda tutilgan.

Kombinatsiyali isitgichga ega vagonning elektrlashtirilgan uchastkadan harakati davrida kontakt tarmog'idan keladigan tok elektrovozga va undan vagonlararo ulamalar orqali vagon ostidagi yuqori kuchlanishli isitgich elementlari joylashgan yashikka keladi. Isitgich elementlari o'tgan tok suvni isitadi. Poyezd elektrlashmagan uchastkadan o'tayotganida yoki shu zonada to'xtab turganida suvni qizitish qattiq yoqilg'i yordamida oddiy usuldagidek bajariladi.

Vagon elektr isitgichiga qo'yiladigan talablar:

— vagon tashqarisidagi havo harorati 40°C bo'lganda, elektr isitgichi vagon ichidagi haroratni 18°C dan kam qilmasdan ushlab turish;

- isitgichni boshqaruvchi avtomatik tizim vagon ichidagi haroratni avtomatik ravishda 18°C – 22°C atrofida ushlab turish;
- vagon ichida balandlik bo'yicha harorat farqi 3°C dan ortmasin;
- vagon polining harorati 15°C dan, hojatxonaning esa 18°C dan kam bo'lmashligi zarur;
- elektr pechlarni to'sib turuvchi qopqoqlarining harorati 50°C dan oshmasligi kerak;
- isitish qurilmasi yong'in jihatdan havotirsiz bo'lishi, ishlatilishi qulay va sodda bo'lishi lozim.

8.2. Vagon generatoridan elektr isitgichni ta'minlash

Konditsionerga ega vagonlarning aksariyati Rossiya va Germaniyada ishlab chiqarilgan. Ulardagi konditsioner tizimi sovitgich qurilma, elektr isitgich, avtomatika vositalari va himoya asboblariidan tashkil topgan. Qish va o'tish davrlarida (ya'ni sovitish qurilmalari ishlashiga hojat bo'lmaganida) generator energiyasini isitish maqsadida qo'llashga ehtiyoj seziladi.

Yilning o'tish davrlarida generatordan isitishni ta'minlash suv yordamida isitish ishini bajaradi. Bunda havo harorati $18-20^{\circ}\text{C}$ atrofida ushlab turiladi.

Tashqi havo harorati 5°C dan pasayadigan bo'lsa, elektr isitgich asosiy (suv) isitgichni to'ldirishga xizmat qiladi, ya'ni kombinatsiyalangan isitish tizimi qo'llanadi. Bunday tizimdan maqsad — elektr energiyasini isitish uchun kamroq ishlatib, uni vagondagi boshqa iste'molchilarni to'la-to'kis ta'minlash uchun yo'naltirish. Binobarin, vagonosti generatoridan isitish vositalarini to'la ta'minlash mushkul va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq emas.

Qo'shimcha tizimda isitish asboblari sifatida vagon yon devorlariga o'rnatiluvchi elektr pechlari va elementlaridan hamda isitish havo yo'llariga joylashtiriluvchi elektr kaloriferlaridan

foydalaniladi. Qo'shimcha elektr isitgich vositalari umumiy quvvati sovitish vositalariga sarflanuvchi quvvatdan katta bo'lmaydi. Shunga ko'ra, vagon generatoriga yuklanayotgan quvvat yilning barcha fasllarida ham o'zgarmay, nominal quvvat atrofida bo'lib qoladi.

O'rnatiluvchi kaloriferlar quvvati 6 kVt gacha bo'ladi. Elektr pechlar har birining quvvati 0,5 kVt dan iborat. Ular yo'lovchi xonalarida deraza ostiga o'rnatiladi. Elektr kaloriferlar va elektr pechlar kuchlanish 110–138 V li o'zgarmas tok manbaidan ta'minlanadilar. Ular simobli termodatchik orqali boshqariladilar. Vagonda o'rnatiladigan harorat 20, 21,7, 23,4°C ga teng.

8.3. Kontakt tarmog'idan ta'minlanib, vagonni isitish

Hamdo'stlik davlatlari elektrlashtirilgan temir yo'llarida bitta simli elektr tizimi qabul qilingan. Elektr isitgichlar vagon ostidan o'tgan yuqori kuchlanishli magistraldan ta'minlanadilar. Magistral elektrovoz orqali kontakt tarmog'i bilan ulangan. Bu tarmoq kuchlanishi 3000 V bo'lgan o'zgarmas tokka va kuchlanishi 25000 V gacha bo'lgan bir fazali o'zgaruvchan tokka ega. O'zgaruvchan tok bilan ta'minlash ko'zda tutilganda elektrovozga 25000 V ni 3000 V ga pasaytiruvchi transformator o'rnatiladi.

Kontakt tarmog'idan ta'minlanuvchi elektr pechlari va elektr kaloriferlari avtomatik ravishda termometr nazoratida ishlashi ko'zda tutilgan. Mabodo avtomatika tizimida biror nosozlik paydo bo'lsa, isitgichlar ishini dastlabki ravishda boshqarish mumkin bo'ladi. Elektr isitgich ishlarini xizmat bo'limida joylashgan taqsimlovchi shitdan boshqarish mumkin bo'ladi.

Elektr kaloriferi faqat ventilator ulangandagina ishlashi kerak, aks holda isitgichdan ajralayotgan issiqlik o'z vaqtida ventilator yordamida haydalmaydigan bo'lsa, spirallar va havo o'tkazgichga qo'yilgan brezent moslamalar kuyib ketishi mumkin. Ventilator

ishdan chiqadigan bo'lsa, kalorifer elektr manbaidan avtomatik ravishda ajralishi shart.

O'zgarmas tok elektrovozlarida poyezd magistrali yuqori kuchlanishli ulamalar yordamida kontakt tarmog'iga elektrovozning tok qabul qilgichi, tezkor uzgich, isitish o'tayuklanish relesi va isitish kontaktori orqali ulanadi. O'zgaruvchan tokli yuqori kuchlanishli uchastkalarda poyezd magistrali elektrovoz tortuv transformatorining isitish chulg'amidan o'ta yuklanish relesi va isitish kontaktori orqali energiya oladi.

3000 V li o'zgarmas va o'zgaruvchan tok vagon osti magistraliga elektrovoz isitish kontaktori kontaktlari ulangandan so'ng beriladi. Kontaktor maxsus kalit orqali ulanadi. Shu bilan birga, vagon osti yuqori kuchlanishli elektr apparatlari va vagonlararo ulamalarning yuqori kuchlanishli shtepselli rozetkasi ham ochiladi.

Ikkinchi o'tkazgich sifatida vagon korpusi va relsdan foydalaniladi. Vagon osti magistrali va vagon ulamalari ko'ndalang kesimi 95 mm^2 bo'lgan simdan yasalgan va bajarilgan (xalqaro aloqa vagonlarida esa bu kesim yuzasi 185 mm^2 ni tashkil qiladi).

Vagon osti ulamalar rozetka, shtepsel va ulamalar korobkasidan iborat bo'lib, maxsus qulf bilan berkitilgan bo'ladi. Yuqori kuchlanish apparatlari qo'zg'aluvchi yashikka joylashtirilib, u ham qulflanib qo'yiladi.

Elektr pechlari vagonning yon devorlariga, elektr kaloriferlari esa havo o'tkazgichlarida — havo sovitgichlar orqasida joylashgan. Elektr pechi korpusi havo kirib turuvchi teshiklar o'yilgan kojux bilan berkitilgan. Hamma pechlar qo'shimcha ravishda chiroyli ko'rinishga ega kojux bilan yopilgan bo'lib, pechlar tok o'tkazuvchi qismlariga tegib ketilishdan himoya qiladi. Elektr pechlari o'rnatilgan joylarda tashqi yuza harorati $50-60^{\circ}\text{S}$ dan oshmasligi kerak.

Quvvati 26 kVt gacha bo'lgan pechlar uchta ketma-ket parallel guruhlar bo'lib ulanadi. Kaloriferlar ikki guruhda (har bir pech kuchlanishi 750 V ga to'g'ri kelgan hisobda) bo'ladi.

Yuqori kuchlanishli isitgich tizimi qisqa tutashish va o'ta kuchlanishdan havfsizlikni ta'minlovchi qurilmalar yordamida himoyalangani.

8.4. Vagon — elektrostansiyalaridan ta'minlanib isitish

Temir yo'llarda uch fazali quvvati 600 kVt, kuchlanishi 400/230 V, chastotasi 50 Gs li vagon-elektrostansiyalardan markaziy elektr ta'minotga ega poyezdlardan foydalanilmoqda. Bunday uch fazali 380/220 V li elektr ta'minoti tizimining afzalligi uning barcha iste'molchilar tomonidan to'g'ridan-to'g'ri, hech qanday oraliq o'zgartirishsiz qo'llanishidadir. Bu hol tizimga xizmat ko'rsatishni soddalashtiradi, ekspluatatsiya va ta'minlashga ketadigan xarajatlarni kamaytiradi, havfsizlik texnikasi talab va qoidalari bajarilishini ta'minlaydi.

Yo'lovchi tashuvchi vagonlarining barchasi vagonlararo ulamalar orqali vagonlar ostiga joylashtirilgan elektr magistralidan so'ng vagon — elektr stansiyaga ulangan. Bunday tizimda vagon generatori va akkumyalator batareyasiga hojat qolmaydi.

Bu afzalliklar bilan bir qatorda 380/220 V li uch fazali isitgich manbalarini boshqa manba turlariga ega poyezdlardan foydalanish mumkin bo'lmaydi, chunki ularda kuchli iste'molchilarni ta'minlay oluvchi manbalar yo'q. Bundan tashqari, har bir vagon ostida ajratuvchi transformator bo'lishi shart, bunga sabab maxsus nol simning yo'qligi (nol sim vazifasini vagon korpusi o'taydi).

380/220 V kuchlanishli tizimning aytib o'tilgan kamchiligi uni vagon — elektrostansiyasidan markazlashgan tizimda elektr ta'minotini bajarishda katta to'siq bo'ladi. Bunday tizimli poyezdlar faqat turistlarga mo'ljallangan buladi.

Vagon — elektrostansiyasi bo'lgan hollarda yo'lovchi tashuvchi vagonlarni isitishda kombinatsiyali konveksion — kaloriferli isitish tizimi qo'llanadi. Kombinatsiyali tizim 20 kVt elektr pechi va ikki seksiyali quvvati 10 kVt li kaloriferdan tashkil topgan.

Oraliq vagonlarni elektr energiyasi bilan ta'minlash poyezdning bosh qismida vagon — elektrostansiya, uchta o'zgaruvchan tok generatori (uch fazali, 50 Gs li, 400 V li) o'rnatilgan.

Isitish elektr pechlari va elektr kaloriferlar orqali amalga oshiriladi. Isitish tizimiga ventilatsiya agregati, elektr pechlar, elektr kalorifer, 380/220 V li vagon osti magistral, boshqaruv va himoya apparatlari kiradi. Elektr pechlar polning yon tomonlariga o'rnatilib, perforirlanga himoya kojuxlari bilan berkitilgan. Pech ostiga yong'indan himoyalash maqsadida ruxlangan po'lat tunukalar bilan qoplangan asbest plitalar yotqizilgan.

Elektr pechlarida trubkasimon isitgich elementlar qo'llangan. Ular elementlarining quvvati 38 Vt, kuchlanishi 38 V. Har bir pech 12 ta isitish elementlaridan tashkil topgan bo'lib, ikki seksiyadan iborat oltita ketma-ket ulangan, o'zaro esa parallel ulangan. Ular umumiy uch fazali 220 V kuchlanishli manbadan ta'minlanadi.

Trubkasimon isitgich elementlar yupqa po'lat trubkadan iborat bo'lib, uning ich qismida yuqori qarshilikka ega qotishma (nixrom, fexral va b.) joylashtirilgan va atrofi qum bilan to'ldirilgan.

Alohida elektrlardan yig'ilgan elektr pechlari 220V kuchlanishga ulashga mo'ljallangan. Vagon—elektrostansiyasi generatori ishlab chiqaradigan chizg'iy kuchlanishi 380 V bo'lganligi tufayli elektr pechlari va elektr kaloriferlar o'zaro «yulduz» shaklida ulanadilar.

Hojatxona, xizmat xonalari, garderoab va yo'laklarni isitish maqsadida ET-44 rusumidagi trubkasimon, 24 Vt va 22 V li elementlar qo'llanadi. Har bir pech fazalariga o'ntadan ketma-ket ulangan elementdan iborat bo'lib, 220Vli kuchlanishdan ta'minlanishga mo'ljallangan. Shunday qilib, vagon salonida har birining quvvati 0,45 kVt li 34 ta elektr pechlar va har biri 0,72 kVt li 6 ta pech xizmat xonalarda joylashgan. Elektr pechlariga ketadigan energiya 20 kVt atrofida, elektr kaloriferlarga esa 10 KVT energiya sarflanadi.

Elektr pechlari va kalorifer seksiyalari alohida guruhlardan iborat bo'lib, magnitli ishga tushirgichlar yordamida ishlatiladi.

Isitish tizimi boshqaruv pultidan ishlatiladi va harorat datchiklari signallariga ko'ra, avtomatik ravishda boshqariladi.

Markazlashgan ta'minlanishga ega elektr kalorifer 5 kVt dan iborat ikkita seksiyadan tashkil topgan. Umumiy quvvati 10 kVt bo'lib, 380 V kuchlanishga ega. Elektr kalorifer trubkasimon isitish elementlaridan iborat (ET turidagi elementi 330 Vt quvvatga ega har bir fazaga ketma-ket 10 ta element ulangan, fazalararo «yulduz» sxemasida ulanadi). Kalorifer havo o'tkazgichdagi haroratga qarab avtomatik ravishda boshqariladi. Havo harorati termodatchiklar nazoratida bo'lib turadi (kalorifer yuzasining harorati 120°C dan ko'tarilsa, u tarmoqdan uziladi). Elektr kaloriferining harorat rejimi vagon xodimi kupesiga o'rnatilgan masofaviy termometr orqali nazoratda bo'ladi. Havo o'tkazgichdagi harorat 27-28°C atrofida bo'lishi kerak.

Vagonlar orasidagi elektr isitish ta'minoti quyidagicha ishlaydi. Vagon ichidagi harorat 20°C dan pasaysa, salondagi birinchi guruh elektr pechkalari ulanadi; havo kanali ichidagi harorat 18°C dan pasaysa, datchik ishlab elektr kaloriferning birinchi seksiyasi ulanadi; harorat 20°C ni tashkil qiladigan bo'lsa, datchiklar ishga tushib, ilgari ishga tushgan elektr pech seksiyalari tarmoqdan ajratiladi. Hojatxona elektr pechlari guruhini ishga tushirish uchun undagi havo harorati 18°C dan pasayishi kerak. Harorat 20°C ga ko'tarilgach elektr pechlari uziladi. Bu rejim havo konditsioneri ulab-uzgichini «sovitish» («Охлаждение») holatiga o'tkazilganda amalga oshadi.

Yilning qish fasllarida ulab-uzgich «Isitish» («Отопление») holatiga o'tkazilsa, ventilator elektr motori kichik aylanish tezligida ishlay boshlaydi. Elektr pechlarining barcha guruhlari ishga tushadi va harorat 18-27° S atrofida kontakt termometri TK-52 yordamida avtomatik ravishda rostlanib turadi.

Dastaki boshqaruv rejimida salon elektr pechining birinchi seksiyasi va xojatxona elektr pechlari ishlaydi. Vagonning chap tomondagi buferi atrofiga shtepsel rozetkasi o'rnatilgan, o'ng tomonida izolatsiyalangan simli shtepsel joylashgan. Tarkibdagi

elektr isitgichga ulanmagan vagonlarda shtepsel salt rozetkaga (u vagon chetining o'ng tarafida) ulab qo'yilgan.

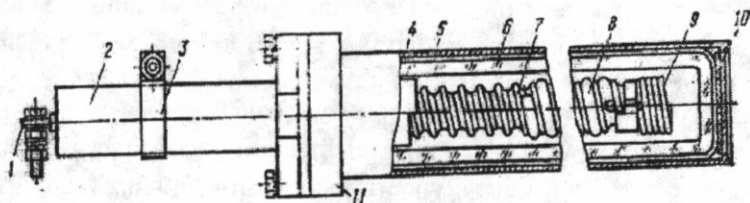
8.5. Kombinatsiyalangan elektr-ko'mirli isitgich

Kontakt tarmog'idan ta'minlanuvchi elektr isitgichlar elektrlashmagan uchastkalarda ishga yaroqsiz bo'lib qoladi. Shunga kombinatsiyalashgan elektr isitgichdan foydalaniladi. Bunda odatiy suv isitgich qozon saqlanib qoladi va suv elektr energiyasi yoki qattiq yoqilg'i bilan isitiladi.

Kombinatsiyalashgan isitgichli yo'lovchi tashuvchi vagonlarda oddiy ko'mir bilan ishlovchi qozon elektr ko'mir qozoni bilan almashtirilgan. Isitish-kuzatish vositalari o'zgarmay qolgan.

Germaniyada ishlab chiqilgan kombinatsion isitish tizimining ishlash jarayonini ko'rib o'tamiz. Eski ko'mir bilan ishlovchi qozondan farqli o'laroq, bunda qozonning suvli «ko'yilagi» kengaygan va unga yuqori kuchlanishli trubkasimon isitish elementlari joylashtirilgan (8.1-rasm).

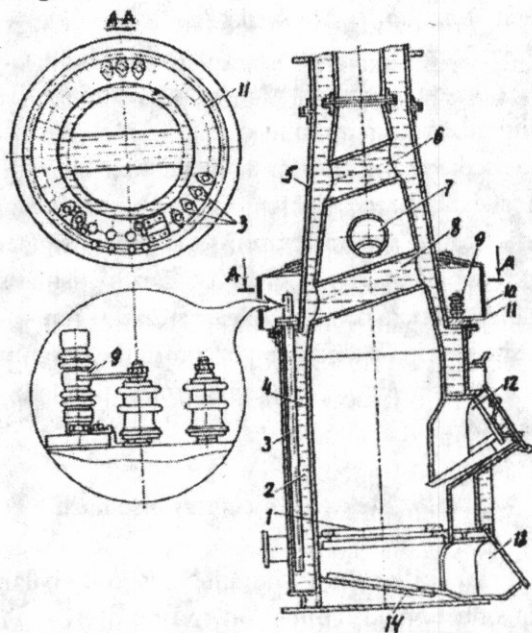
Elektr isitish elementlari suv «ko'yilagi»ga tayanch panjalar bilan mahkamlab qo'yilgan. Isitish elementlari korpuslari yerlatilgan. Yuqori kuchlanishli elektr isitgichlar 12 ta elementdan iborat ikkita guruhga birlashgan va o'zaro parallel ulangan. Guruh o'zaro parallel ulangan ikkita seksiyadan iborat. Seksiyalarda 500V li oltita ketma-ket ulangan elementlar yig'ilgan va bu yig'indi 3000 V li tarmoqqa ulanish uchun mo'ljallangan.



8.1-rasm. Yuqori kuchlanishli isitish elementi:

1-korpus; 2-panja; 3-spiral; 4-sopol o'zak; 5-kvarsli kojux; 6-grafitli kukun; 7-kojux.

Kombinatsiyalangan elektr isitgich 8.2-rasmda ko'rsatilgan. 24 ta isitish element 3Kv li yuqori kuchlanishga ega qurilma panja (4) ga o'rnatilgan holda qozonning yuqori qismiga joylashtirilgan. Shunday qilib, yuqori kuchlanishli isitish elementlari (3) vertikal ravishda suv ichi (2) ga o'rnatilgan va qozonning butun perimetri bo'yicha joylashgan.



8.2-rasm. Kombinatsiyalashgan isitish tizimining suv qozoni.

Har bir o'zak panja (11) ga burab o'rnatilgan. Zichlantirish maqsadida panjalar o'zagi va panjalar halqasi oralarida zichlatgich ko'zda tutilgan. Isitish elementlari blokirovkaga ega bo'lgan kojux (10) bilan berkitilgan.

Qozon (12) lyuki tepasidagi panja halqasi erkin bo'shlig'ida (unda yuqori kuchlanishli isitish elementlari joylashmagan) uchta izolator o'rnatilgan. Ularga yuqori kuchlanishli simlar ulanadi. Har bir element korpusi va qozon butinasiga yerlatilgan. Isitish elementlari mis shinalar yordamida ulangan. Qozondagi harorat

o'rnatiluvchi me'yordan 95°C ortib ketmasligi uchun, termostat yordamidagi himoya ko'zda tutilgan. Harorat keragidan ortadigan bo'lsa, termostat qozon isitish suv sathi datchigi o'rnatilgan bo'lib, u suv keragidan pasayadigan bo'lsa, isitish elementlarini manbadan ajratib turadi.

Yuqori va past kuchlanishli isitish elementlari sim ulamalari himoyalagich qopqoq bilan berkitilgan. Qopqoq ostiga yo'laki ulagich o'rnatilgan. U korpusga o'rnatilgan boltga tiralib turadi. Shu bois qopqoq ochiladigan bo'lsa, yo'laki uzgich isitish elementlarini manbadan ajratib qo'yadi — blokirlash ishga tushadi. Isitgichlar yuqori kuchlanishli himoyalagichlar bilan ta'minlangan.

Kombinatsiyalashgan isitish tizimi taqsimlagich shitdan boshqariladi. Buning uchun rejimni va kombinatsiyalangan isitishni avtomatik yoki dastaki rejimga o'tkazib ishlatishni amalga oshiruvchi ulab-uzgich ko'zda tutilgan. Kerakli rejimni o'rnatish va ushlab turish ijrochi elementlar bo'lmish boshqaruv apparatlari, sirkulatsiya nasoslarga termoregulatoridan keladigan signalni bajarishga asoslanadi.

8.6. Elektr isitgichlarni hisoblash

Vagon elektr isitgichlarni hisoblash issiqlik balansini hisobga olgan holda olib boriladi. Bunda vagon harorati ma'lum darajada ushlab turilishi zarur. Buning uchun qish vaqtidagi issiqlik isrofini tashkil etuvchini yo'lovchilar va ishlayotgan elektr jihozlar ajratayotgan issiqlikni (motorlar, yoritish lampalarini) inobatga olgan holda aniqlash lozim.

Issiqlik yo'qotishning kuzov cheklagandagi quvvati quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$P_k = kF(t_s - t_n), \quad (8.1)$$

bunda, k — vagon kuzovining issiqlik uzatish koeffitsienti;

F — vagon kuzovining chegaralangan sahni;

t_v — vagon ichidagi oldindan beriluvchi harorat;

t_n – vagon tashqarisidagi harorat (asosiy isitgich uchun $t_i = 233^\circ K$, qo‘shimcha isitgich uchun esa $t_n = 282^\circ$).

Eshik ochiq holda va yaxshi yopilmaganda havo infiltratsiyasi uchun sarflanadigan quvvat isrofini topish formulasi quyidagicha:

$$P_f = k'_f P_k + k''_f P_k, \quad (8.2)$$

bunda, k'_f – kuzov zich yopilmagan holdagi infiltratsiya koeffitsienti ($k'_f = 0,35$);

k''_f – eshik ochiq holdagi infiltratsiya koeffitsiyenti ($k''_f = 0,1$).

Tashqi havoni isitishga sarflanadigan quvvat:

$$P_v = V_n C_p \rho (t_v - t_n), \quad (8.3)$$

bunda, V_n – tashqaridan berilayotgan havo hajmi (bitta yo‘lovchi uchun $20 \text{ m}^3/\text{soat}$);

S_r – havoning nisbiy issiqlik sig‘imi ($S_r = 100 \text{ v}$);

R – havo zichligi.

Havoning nisbiy og‘irligini quyidagicha aniqlash mumkin.

Bitta yo‘lovchi ajratadigan issiqlik miqdori $q = 87 \text{ vt}$

[Теплотехнический справочник, том 2, М.: Энергия, 1976].

Unda vagonning to‘laligicha isitish uchun isitgichlar quvvati quyidagicha bo‘ladi:

$$P_{en} = P_k + P_f - P_n. \quad (8.4)$$

Elektr kalorifer quvvati quyidagiga teng:

$$P_{ek} = P_v.$$

Suvni isitish uchun elektr isitgich (TEN) lar quvvati quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$P_{TV} = Q_S (t_k - t_o), \quad (8.5)$$

bunda, Q – suv isitgichlar soni;

S – suvning nisbiy issiqlik sig‘imi ($S = 4190 \text{ j/kg.k}$);

t_k – suvni isitilish harorati;

t_o – suvning boshlang‘ich harorati.

Isitgichlarning hisoblangan quvvati bo'yicha ularning spiral uchun o'raladigan simning geometrik o'lchamlari aniqlanadi:

$$\rho = \frac{\rho_o}{1 + \frac{t}{273}}, \quad (8.6)$$

bunda, ρ_o – havoning 0°S dagi va bosim 760 mm simob ustunidagi havo zichligi ($\rho_o=1,29$);

t – havo harorati.

Vaqt birligi ichida yo'lovchilar tomonidan ajratiladigan issiqlik

$$P_n = nq,$$

bunda, q – bitta yo'lovchi ajratadigan issiqlik;

n – yo'lovchilar soni.

Geometrik o'lchamlar hisobi, odatda, bitta isitgich uchun olib boriladi. Buning uchun isitgich (kalorifer) quvvatini ularning soniga bo'lish darkor. Isitgich elementi simlarining geometrik o'lchamlari isitgich yuzasiga tok bilan isitilayotgandagi energiya balansidan keltirilib chiqarish mumkin, ya'ni

$$I^2 R = \pi d l W, \quad (8.7)$$

bunda, d , l – simning diametri va uzunligi;

W_1 – sim atrof yuzasiga to'g'ri keluvchi nisbiy issiqlik yuklamasi; Nixrom uchun $W_1=(6\div7)10^4$ Vt/m². Trubasimon isitgich uchun $W_1=(0,2-0,9)10^4$ Vt/m²; $I^2 R$ –element quvvati.

Sim qarshiligi

$$R = \frac{4\rho_t l}{\pi d^2}, \quad (8.8)$$

bunda, ρ_t – ishchi haroratdagi simning nisbiy qarshiligi. Uning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$\rho_t = \rho_{20} \left[1 - \alpha_c (t_{\text{pov}} - t_v) \right] \quad (8.9)$$

bunda, ρ_{20} – harorat 20°S bo'lganda simning nisbiy qarshiligi;

α_c - sim materiali qarshiligining harorat koeffitsienti;

t_{pov} , t_v - sim yuzasi va atrof muhit haroratlari
($t_{pov} = 700 - 1000^\circ C$).

Ba'zi bir materiallar uchun R_{20} va α_s larning qiymatlari:

nixrom uchun $R_{20}=1,1 \cdot 10^{-6}$ Om.m; $\alpha_s=0,00016^\circ S^{-1}$;

konstantan uchun $R_{20}=(0,4-0,51) \cdot 10^{-6}$ Om.m; $\alpha_s=0,000005^\circ S^{-1}$;

fexral uchun $R_{20}=1,2 \cdot 10^{-6}$ Om.m; $\alpha_s=0,000005^\circ S^{-1}$.

Qiymatlarni (8,1) ga qo'yib, tokni isitgich quvvati R_e va kuchlanish U orqali ifodalaydigan bo'lsak, simning diametri quyidagicha aniqlanadi:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4\rho_1\rho_2^2}{\pi^2 U^2 W^2}}. \quad (8.10)$$

Simning uzunligi

$$l = \frac{I^2 R}{\pi d W_1} = \frac{P_2}{\pi d W_1}. \quad (8.11)$$

Diametr qiymatini hisobga oladigan bo'lsak,

$$l = \sqrt[3]{\frac{U^2 P_2}{\pi d \rho_1 W_1^2}}. \quad (8.12)$$

Hisoblangan d va l qiymatlari faqat havoda joylashgan to'g'ri chiziqli simlar uchun haqiqiy qiymatlar hisoblanadi. Spiral va trubkasimon elektr isitgichlar uchun montaj koeffitsientini hisobga olish zarur. Uning qiymati

$$C = \frac{W_2}{W_1},$$

bunda, W_2 - isitgich yuzasidagi nisbiy issiqlik yuklamasi.

Montaj koeffitsientining tavsiya etiluvchi qiymatlari spiral uchun presslangan periklazda $S=0,65$, ochiq yoki bus izolyatsiyalari uchun $S=0,55$.

IX bob. ELEKTR QURILMALARNI AVARIYA HOLATIDA ISHLASHDAN HIMOYALASH

Vagonlar elektr ta'minotini loyhalashda ularni uzluksiz elektr energiyasi bilan ta'minlash ko'zda tutiladi. Poyezd harakati vaqtida generator qisqa muddat (1 soat atrofida) o'ta yuklanish rejimida ishlashi mumkin. Generator ishdan chiqqan vaqtda iste'molchilarga elektr energiya akkumulator batareyasi yoki qo'shni vagondan vagon osti magistrali orqali yetkaziladi. Vagon osti magistralidan ta'minot olib borilganda, ikkala vagon quvvatining yig'indisi bitta vagon quvvatidan ortmasligi zarur.

Avariya holatlarini oldini olish va yong'in chiqish havfini bartaraf qilish maqsadida barcha elektr qurilmalar maxsus himoya vositalari bilan ta'minlangan va signal apparatlari bilan jihozlangan bo'lishi kerak.

9.1. Elektr energiya manbalarini qisqa tutashuv va o'ta yuklanuv toklaridan himoyalash

Generatorlarda qisqa tutashuv toklari ularning ishchi chulg'amlari izolyatsiyalarining ishdan chiqishi natijasida ro'y beradi va natijada izolyatsiya va chulg'amlarning yonish va erishiga olib keladi.

Elektr energiya manbalari va elektr zanjirlarini qisqa tutashuv tokidan asrash uchun yo'lovchi va refrijeratorli vagonlarda eruvchi himoyalagichlar va avtomatik uzgichlardan foydalaniladi. Ayrim iste'molchilarni o'tayuklanishdan himoyalash maqsadida issiqlik rele si qo'llaniladi. Bu himoya qurilmalarining barchasi maksimal tok apparatlari guruhiga taalluqlidir, zero ularning sezuvchi

elementi o'tayotgan tokning nominalga nisbatan qancha oshganligini aniqlashga qaratilgan bo'ladi.

Eruvchi himoyalagichlar. Eruvchi himoyalagichlar korpus, metallardan yasalgan eruvchi element va ularni ushlab turuvchi kontakt qurilmadan tashkil topgan. Ularning asosiy elementi bo'lib eruvchi element hisoblanadi. Zanjirdagi tok qiymati ($2 \div 2,5$) I_{nom} dan oshmasa eruvchi element turg'un holatda ishlab turadi va unda hosil bo'layotgan issiqlik tashqi muhitga uzatilib turadi. Himoyalagich harorati ruxsat etiluvchi darajada bo'lib, eruvchi element erimasdan ishlab turadi. Avariya holati yuz berib, tok qiymati keskin ko'tarilganda, u eruvchi elementni eritib yuboradi va zanjirda uzilish ro'y beradi. Erish davrida hosil bo'luvchi elektr yoyi hosil qiladigan qarshilik qisqa tutashish tokini cheklaydi.

Vagonlarda har xil konstruksiyaga ega eruvchi elementlar qo'llaniladi. Past kuchlanishli trubkasimon eruvchi himoyalagichlar fibrallari yoki chinni korpusga ega. Yon taraflaridan korpus qopqoqlar bilan berkitilgan. Ular kontakt vazifasini bajaradilar va eruvchi elementga to'g'ridan-to'g'ri ulanganlar.

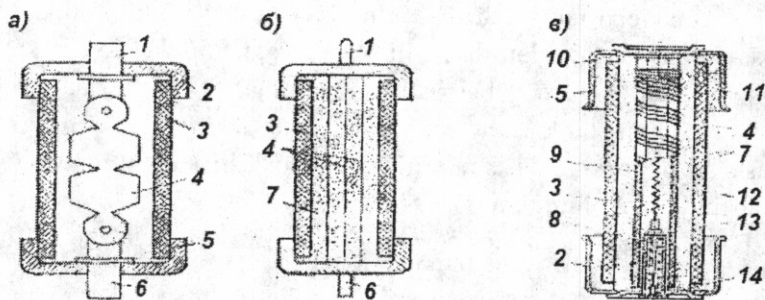
Tok kuchi 60 A gacha bo'lgan zanjirlarda kontaktlar silindrik shaklda, katta toklarda esa pichoq shaklidagi ko'rinishga ega (9.1, a-rasm). Eritma o'yilmali plastinka shakliga ega bo'lib, ayrim uchastkalarda ko'ndalang kesim yuzasi kichik qilib yasalgan. Bunday shakl katta tok o'tganda qisqa vaqt ichida ana shu tor qismning erib ketishini ta'minlaydi. Qisqa tutashish toki yuz berganda tor qismlarning qizishi juda tezlik bilan o'tadi va unda hosil bo'ladigan issiqlik tashqariga uzatilishga ulgurmasdan hamda qisqa tutashish toki o'zining o'rnatiluvchi qiymatiga yetmasdan bu uchastka erib ketadi. O'yma plastinkalarni qo'llash himoyalagichning uzish qobiliyatini oshiradi, himoya elementi eriyotganda yoyda metall parlari qiymati kamayadi. Natijada, yoy so'nayotganda hosil bo'luvchi o'takuchlanishlar soni va qiymati kamayadi, chunki elektr yoyi qarshiligi zanjirga birdaniga kiritilmaydi. Tortish elektr apparatlari standartiga ko'ra, elektr toki himoyalagich tomonidan uzilayotganda o'ta kuchlanishning

qiymati izolyatsiya puxtaligini tekshirishda qo'llanadigan kuchlanishning amplitudaviy qiymatidan katta bo'lmashligi darkor.

Yig'iluvchi himoyalagichlarda eruvchi elementni fibralli trubka ichiga joylanadi. Shunga ko'ra himoyalagich eritma eriganda hosil bo'luvchi yoy yopiq hajm fibralli trubka ichida yotadi va tashqariga uzatilmaydi. Yoyning yuqori harorati ta'sirida fibra gazsimon holatga (taxminan 50% ko'mir, gaz va 40% suv pari holatiga) o'tadi va truba ichidagi bosimni ko'tarib yuboradi. Yuqori yoy so'ndirish qobiliyatiga ega gazlar borligi (ayniqsa katta bosimda) yoyni deionizatsiyalashga va natijada, uni tezda so'nishga olib keladi.

Ba'zi bir himoyalagichlar (9.1,b-rasm) da bitta yoki bir qancha parallel ulangan erigichlar joylashgan izolyatsion trubka ichi mayda kukunli to'ldirgich (quruq kvarsli qum yoki bo'r) bilan to'ldirilgan. Erigich eriganda hosil bo'luvchi gazlar qum oralariga singib, tezda deionlashadi, metall parlari esa kondensasiyalanadi. Natijada, zarrachalar ionlashishi kamayishi oqibatida o'zlari ham kamayadi va hosil bo'lgan yoy tezda so'nadi.

PTE rusumidagi yuqori voltli himoyalagich (9.1,v-rasm) chinni trubka shaklida bajarilgan. Trubka ichi kvarsli qum bilan to'ldirilgan va chekkalari germetik yopilgan.



9.1-rasm. Trubkali eruvchi himoyalagichlar: 1, 6-kontaktlar; 2, 5-qopqoqchalar; 3-korpus; 4-eruvchi element; 7-to'ldirgich; 8-ko'rsatuvchi prujina; 9-o'zak; 10-qopqoq; 11-sementli suvov; 12-ko'rsatgich simi; 13-vtulka; 14-ko'rsatgich boshchasi.

Eritish elementi sifatida uchta har xil diametrli simlar o'ralgan qovurg'ali o'zakdan tashkil topgan qurilmadan foydalanilgan. Simlar o'zakga o'ralgan va o'ralish joylariga qalay sharchalar qalaylangan (ular metall effekti hosil qilish uchun yasalgan). Trubkaning chekkalariga ikkita qalpoqcha o'rnatilgan. Ular tarmoqqa ulanish uchun xizmat qiladi. Kuygan himoyalagichni aniqlash maqsadida ularning ba'zilariga ko'rsatgich joylashtirilgan. Agar eritgich elementi kuymagan bo'lsa, ko'rsatgich sim yordamida qalpoqqa tiralgan holda ushlab turadi. Eritgich element kuyganda, u bilan birga ana shu sim ham eriydi va prujina ta'sirida qalpoqdan siqib chiqariladi va himoyalagich ishlab yuborganligi haqida signal beradi.

Eritgich elementlar nominal toklari bilan tavsiflanadi. Nominal tok deb eritgich element cheksiz vaqt davomida tashqi muhit haroratida o'zidan tokni o'tkazaoladigan qiymati hisoblanadi. Undan tashqari, har bir himoyalagich uchun chegaraviy uzuvchi tok belgilangan bo'lib, bu tokda himoyalagich zanjirni uzadi. Eritgichning ishlash vaqti undan o'tadigan tokning miqdoriga bog'liq. Tok qiymati qancha katta bo'lsa, ishlash vaqti shuncha kichik bo'ladi. Himoyalagichning ishlashining minimal toki — bu chegaraviy tok hisoblanadi.

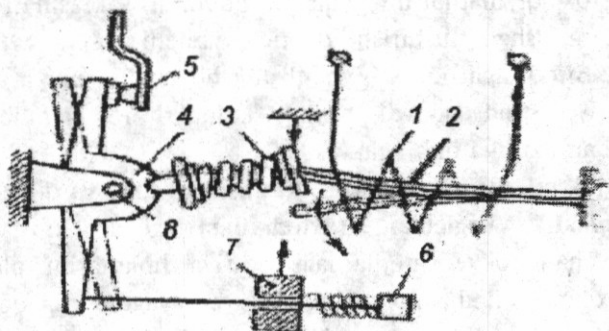
Himoyalagichlar himoyalanuvchi obyektlarning kuchlanish qiymati bo'yicha tanlanadi. Eruvchi elementning nominal toki I_{noi} yuklamaning o'tayuklanishini hisobga olgan holdagi eng katta qiymatga ega tok orqali belgilanadi. Nominal tok himoyalanuvchi tarmoq uchun tanlangan sim ko'ndalang kesim yuzasiga mos kelishi zarur, aks holda, simlarning uzoq qizishi yong'in chiqishiga sababchi bo'lishi mumkin.

Himoyalagich ishlashining chegaraviy qiymati quyidagi shartga mos kelishi kerak:

$$I_{cheg} = (1,25 \div 1,75) I_{nom}.$$

Almashtiriladigan himoyalagichlar himoyalanuvchi qurilma tokiga mos kelishi lozim. Hech qanday kalibrlangan yoki qo'lda yasalgan himoyalagichlarni qo'llash mumkin emas.

Issiqlik relezi. Issiqlik relelari elektr zanjirlarini himoyalash uchun qo'llanadi (masalan, elektr motorlarni o'ta yuklanishdan). Issiqlik relezi 9.2-rasmda ko'rsatilgandek, isitish elementi (1), bimetall plastina (2) va kontakt tizimidan iborat. Isitish elementi kuch zanjiriga ketma-ket ulanadi, rele kontaktlari elektr motorni ishga tushiruvchi kontaktorning boshqaruv elektr magnit g'altagi zanjiriga ulanadi. Bimetall plastina ikkita har xil kengayish koeffitsientlariga ega bo'lgan metallardan iborat. Qizish vaqtida termoaktiv metall sezilarli darajada kengayadi; binobarin, boshqa termoinert metall deyarli deformatsiyalanmaydi. Shu bois metallar ajralishi ro'y beradi.



9.2-rasm. Issiqlik relezi sxemasi.

Isitish elementi yuqori qarshilikka ega simlardan hosil qilingan spiral bo'lib, u bimetall plastinaga kiygizilgan. Relening ko'rilayotgan konstruksiyasida bimetall plastina (2) prujina (3) ning o'ng tarafiga kelib turadi; uning chap tarafi kontakt richagi (4) ga bosadi (u O o'qi atrofida aylanadi). Bimetall plastina qiziganda, u egiladi va prujina (3) ni pastga qarab yurgizadi, natijada u sakrab, richag (4) ni 9.2-rasmda ko'rsatilgan shtrix-punktir yo'nalishi bo'yicha itaradi. Bunda rele (5) kontaktlari ochiladi (uziladi); prujina (3) ning siljishi tirtak (7) gacha davom etadi. Rele kontaktlari o'zlarining birlamchi holatlariga dastaki ravishda tugma

(6) ni 15-19 soniyadan so'ng bosish bilan qaytariladi. Issiqlik relesi tokini isitish elementini almashtirish bilan amalga oshiriladi.

Isitish elementi va bimetall plastinalar qandaydir issiqlik sig'imiga egalar. Shu bois relening ishga tushishi birdaniga emas, balki tok ruxsat etilmaydigan darajaga etganda, ma'lum bir vaqt o'tishi bilan ro'y beradi. Issiqlik relesining amper-soniya tavsifi taxminan eruvchi himoyalagich tavsifini takrorlaydi. O'ta yuklanish qanchalik kichik bo'lsa, vaqt o'tishi ko'proq bo'ladi. Masalan, tok (5) I_{nom} bo'lganda, rele, taxminan, 20 soniyadan so'ng ishlaydi; tok (3) I_{nom} bo'lganda, 1 daqiqa talab etiladi; tok $2,25 I_{nom}$ bo'lganda, relening ishlash vaqti 4 daqiqaga teng bo'ladi. Shu tufayli tok qiymatlarining qisqa muddatli sakrashlari (ayniqsa, motorlarni ishga tushirish davrida) releni ishlab yuborishdan asraydi. Biroq, agar katta qiymatli tok bir necha soniya o'tib tursa, bimetall plastina qiziydi, uning kontakti (5) ajralib motorni tarmoqdan uzishga olib keladi.

Issiqlik relesi motorli qisqa tutashishdan himoya qila olmaydi.

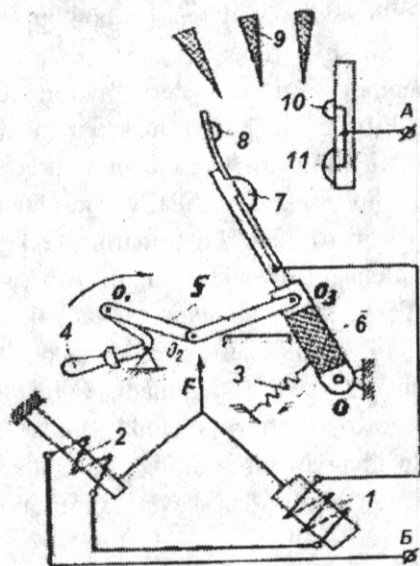
Avtomatik uzgichlar (avtomatlar). Ular o'zgarmas va o'zgaruvchan tok tarmoqlardagi avariya holatlarini oldini olish uchun xizmat qiladi. Yo'lovchi tashuvchi vagonlarda qo'llanuvchi avtomatlar bir vaqtning o'zida o'ta yuklanish tufayli issiqlik va qisqa tutashish tufayli maksimal tok himoyasini bajaradi Yuqori (100 A va undan yuqori) toklarga mo'ljallangan vagon-elektrostansiya va refrijeratorli vagonlarda qo'llanuvchi avtomatlar kuchlanish pasayganda himoyani ham masofadan turib boshqarish va signalizatsiya amallarini bajaradi.

Toki 25 A ga mo'ljallangan avtomatik uzgichning sxemasi 9.3-rasmda keltirilgan. Avtomat kuch zanjiridagi kommutatsiya ishlarini A va B boshmoqlarida amalga oshiradi. Sxemada ko'rsatilgan holatda avtomat uzilgan va zanjir tarmoqdan ajralgan. Avtomatni ishga tushirish uchun dastak (4) ni soat milisi bo'yicha burash zarur. Bunda richag tizimi (5) o'ng tomonga suriladi va richag (6) kontaktini o'q O atrofida soat milisi bo'yicha buradi, natijada, avtomat kontaktlari ulanadi va tok zanjirini ulaydi.

Ko'pgina avtomat uzgichlarda ikki juft kontaktlar: asosiy (7) va (11) hamda yoy so'ndirgich (8) va (10) lar qo'llangan. Bosh — asosiy kontaktlar ishchi tokining uzoq muddat o'tishiga, yoy so'ndirgich kontaktlar esa eng kichik tokka mo'ljallab olinadi. Ulanish davrida dastavval yoy so'ndirgich kontaktlari ulanadi, vibratsiya va kontaktlar siljishi natijasida hosil bo'luvchi elektr yoyi kontaktlar yuzalarini kuydiradi va qorakuyalar hosil qiladi. Asosiy kontaktlar ulanishi bilan yoy so'ndirgich kontaktlar shuntlanadi.

Tarmoqdan ajralishda dastavval asosiy kontaktlar ajraladi, biroq kuch zanjiri yoy so'ndirgich kontaktlari orqali tarmoqqa ulanganacha qolaveradi. Faqat asosiy kontaktlar katta masofaga ajralgandagina yoy so'ndirgich kontaktlar ham uziladi va elektr tarmog'idan ajralish ro'y beradi.

Shunday qilib, apparatlar ulangan va uzilganda, elektr zanjiri hosil bo'lishi va uzilishi yoy so'ndirgich kontaktlar orqali bajariladi. Asosiy kontaktlar orasida yoy hosil bo'lmaydi.



9.3-rasm. Avtomatik uzgich sxemasi.

Ba'zi bir kichik tokka mo'ljallangan avtomatlarda faqat asosiy kontaktlar bor, holos. Elektr yoyi faqat yoy so'ndirgich kamera (9) da paydo bo'ladi va yoyning tashqaridagi predmetlarga uzatilishining oldi olinadi.

Avtomatning ulangan holatida kontakt richagi (6) eng chap tarafda bo'lib, maxsus zashyolka (surilma) bilan qaydlanadi. Ulangan holatda uzuvchi prujina (3) qisiladi va komanda berilganda avtomatni uzadi. Bunday komanda elektr magnit (1) va issiqlik relesi ajratgichi (2) ishlab yuborganda berilishi mumkin. Issiqlik relesi chulg'amidan qisqa tutashish toki o'tadigan bo'lsa, uning yakoriga elektr magnit kuch F ta'sir qiladi, natijada, richag (5) tepaga ko'tarilib, o'rta nuqtadan o'tadi, oqibatda richag (6) prujina (3) ta'sirida chapga suriladi va avtomat kontaktlari ajraladi. Xuddi shunday ahvol issiqlik ajratgich (2) ishlaganda ham ro'y beradi. Elektr magnitli ajratgich ishlab yuborganda, avtomat tezda uziladi, issiqlik ajratgichi ishlaganda esa ma'lum bir vaqt o'tganda ishlaydi. Bu vaqt o'ta yuklanish darajasiga bog'liq.

Sharnir — «buzish» richaglar (5) tizimi erkin ajralish funksiyalarini bajaradi. Bu esa real avtomatlarda murakkab qurilmalarga ega. Bu mexanizm avtomatni ulangan holda avariya rejimlarida ushlab tura olmaydi. U istalgan vaqtda avtomatik uzish imkonini beradi (shu jumladan, ulash vaqtida ham, qachonki dastak (4) ga qo'yilgan tok kuchi avtomatning qo'zg'otish tizimiga ta'sir etsa). Agar richag (5) elektr magnit yoki issiqlik ajratgichi yordamida yuqoriga — o'rta nuqtadan nariga o'tkazilsa, dastak (4) va kontakt richagi (6) oralaridagi qattiq aloqa buziladi va avtomat tezlik bilan (prujina 3 ta'sirida) ajraladi. O'rta richag (5) ning nuqtasi shunday holatga to'g'ri keladiki, unda O_1O_2 va O_2O_3 chiziqlari yo'nalish jihatdan bir tomonga bo'ladilar. Erkin ajralish mexanizmi avtomatda bir-biridan keyin takrorlanuvchi ulanishlar oldini oladi.

Katta toklarga mo'ljallangan tizimlarda dastakdan tashqari elektr magnitli yuritma ham ko'zda tutilgan. U olisdan turib

boshqarish imkonini beradi. Vagonlarda, shuningdek, gidravlik sekinlatuvchi avtomatik uzgichlar ham qo'llaniladi.

9.2. Elektr jihozlarini kommutatsiyaviy o'ta kuchlanishlardan himoyalash

Vagon elektr ta'minoti tizimi kuch zanjirlari uchun ko'rimli elementlardan biri induktivlik (generator, motor chulg'amlari va b.) borligidir hamda unga taalluqli hodisalardan yana tokning is'temolchilar ulanish va uzilish vaqtlarida keskin o'zgarishi va ular bilan bog'liq bo'lgan avariya toklarining uzilishi va boshqalar. Bunday shart-sharoitlar shunga olib keladiki, katta quvvatli iste'molchilarni (ventilator motorlari, isitgichlar va h.k.) tarmoqlarda yoki himoya elementlari ishlab yuborganda elektr ta'minotining ayrim uchastkalarida o'ta kuchlanishlar ro'y beradi. Ular qiymati nominalga nisbatan katta bo'ladi va ular kommutatsiyaviy o'ta kuchlanish deb yuritiladi. Katta qiymatdagi va uzluksiz o'tuvchi kommutatsiyaviy o'ta kuchlanishlar ayrim elektr apparatlari va jihozlar izolatsiyasida proboy bo'lishiga sababchi bo'ladi. Shuningdek, yoritish tizimlarida cho'lg'anish lampalarining ishdan chiqib-kuyishiga olib keladi. Kommutatsiyaviy o'ta kuchlanishlarni tahlil qilish, ularning paydo bo'lishlarini o'rganish maqsadida vagon elektr ta'minoti tizimida bir tur iste'molchilarni tarmoqdan ajratish jarayonini ko'rib o'tamiz.

Bunday tizimning soddalashtirilgan ekvivalent sxemasi 9.4,a-rasmda keltirilgan. Elektr energiya manbai (1) ideal ravishda ketma-ket ulangan ideal manba elektr yurituvchi kuchi E va induktivlik L (manbaning aktiv qarshiligini inobatga olmaymiz) kommutatsiyalovchi apparat (6) orqali n - ta R_1-R_p qarshiliklarga ulangan. Ularning quvvatlari yig'indisi vagon elektr iste'molchilari (2) energiyalariga teng. Kommutatsion apparatlar 3-5 ulanganlarida umumiy zanjirdagi yuklama toki quyidagicha aniqlanadi:

$$I = \frac{E}{R_n} \approx \frac{P}{E},$$

bunda, R va R_p – yuklama quvvati va ekvivalent qarshiligi.

Faraz qilaylik, $t = t_1$ vaqtida kommutatsiyalovchi apparat 4 m iste'molchi tarmoqdan ajratiladi. Natijada, tegishli bo'g'inda tok uziladi, manbaning umumiy zanjirida esa tok kamaya boshlaydi. Oqibatda, o'tkinchi jarayon paydo bo'ladi va u quyidagi differensial tenglama bilan ifolanadi:

$$E = iR_n + L \frac{di}{dt}, \quad (9.1)$$

bunda, i – o'tkinchi jarayon davridagi zanjir toki;

R_n – m iste'molchi uzilganda yuklama qarshiligi ($R'_n > R_n$).

Keltirilgan (9.1) tenglamaning yechimini ikkita o'rnatilgan i_{ust} va erkin i_{sv} toklar yig'indisidan iborat deyishimiz mumkin. O'tish jarayoni tugagach o'rnatilgan tokning qiymati quyidagicha aniqlanadi:

$$i_{ust} = I' = \frac{E}{R_n} = \frac{P'_n}{E} = I'. \quad (9.2)$$

Tokning erkin tashkil etuvchisi i_{sv} ni quyidagi differensial tenglamadan aniqlaymiz:

$$i_{sv} R'_n + L \frac{di_{sv}}{dt} = 0;$$

bundan

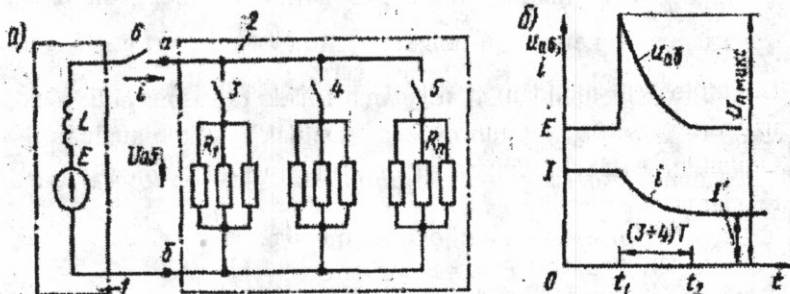
$$i_{sv} = Ae^{-\frac{t-t_1}{T}}, \quad (9.3)$$

bunda, A – integrallash doimiyligi;

$T = \frac{L}{R'_n}$ – elektr zanjirining vaqt doimiyligi.

Integrallash doimiyligi A ni boshlang'ich shartlardan, ya'ni induktiv bo'g'inda $t = t_1$ vaqtidagi kommutatsiya toki o'zgarmay,

o'zining dastlabki qiymati I ni saqlab qoladi degan shartdan topiladi.



9.4-rasm. Vagonning soddalashtirilgan elektr ta'minoti tizimi ekvivalent sxemasi a) va o'tish davridagi yuklamadagi kuchlanish va tokning o'zgarish diagrammalari (b).

$t = t_1$ vaqtida tok tashkil etuvchilari tenglama (9.2) va (9.3) ga asosan, quyidagi ko'rinishda bo'ladilar: $i_{ust} = I'$; $i_{sv} = A$.

Demak,

$$|i|_{t=t_1} = |i_{ust} = i_{sv}|_{t=t_1} = I = I' + A \quad \text{va} \quad I = I - I.$$

Shunday qilib,

$$i = Ie^{\frac{t-t_1}{T}} + I' \left(1 - e^{\frac{t-t_1}{T}} \right). \quad (9.4)$$

Nazariy jihatdan olganda, bitta o'rnatilgan holatdan ikkinchi o'rnatilgan holatga, ya'ni tok I dan I' ga o'tish cheksiz vaqtni olishi kerak. Biroq, amalda bu jarayon juda tez — $(3-4)T$ davrida tugallanadi (odatda bu jarayon milli soniya ulushidan bir necha yuzlab soniyagacha o'zgaradi). Yuklama bir qismi tarmoqdan ajratilgach, induktivlik L da o'zinduksiya elektr yurituvchi kuchi

hosil bo'ladi, ya'ni $i_L = -L \frac{di}{dt}$. Bu o'z induksiya kommutatsiyaviy

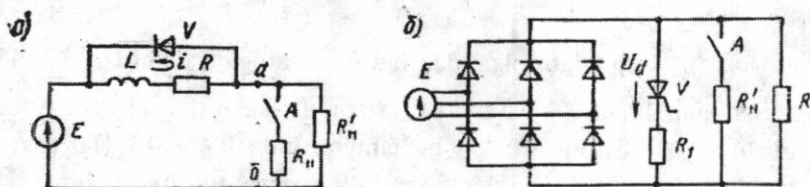
o'ta kuchlanishni keltirib chiqaradi (9.4,b-rasm).

$t = t_0$ vaqtida yuklama qarshiligi keskin ravishda R_n dan R_n gacha o'sadi, manba toki esa birinchi onda induktivlikda zaxiralangan energiya hisobiga o'zgarmay, $|i|_{t=t_0} = I$ ga teng holda qoladi. Keyinchalik, (9.4) tenglamasiga ko'ra kamayadi. Yuklama zanjiri qarshiligi o'zgarmaydi. Demak, o'ta kuchlanishning maksimal qiymati kommutatsiyaning $t = t_0$ vaqtiga to'g'ri keladi va $U_{ab} = iR_n$ formulasidan aniqlanib, quyidagi ko'rinishda bo'ladi:

$$|U_{ab}|_{t=t_0} = U_{n\max} = k_n E,$$

bunda, $k_n = I / I'$ - o'ta kuchlanish koeffitsienti. U yuklama qismining uzilmasdan avvalgi va uzilgandan keyingi toklari bo'linmasidan aniqlanadi.

O'ta kuchlanishning maksimal qiymati uziladigan yuklama qiymatiga qarab manba kuchlanishidan bir necha barobar katta bo'lishi mumkin. Olingan formula taxminiy hisoblanadi, chunki ko'rilgan sxemada yuklamalar induktivligi, kommutatsiyalash apparati kontaktlari orasida hosil bo'luvchi elektr yoyi va boshqaar hisobga olinmagan. Shunga qaramay u jarayonning sifat ko'rinishlarini aniqlashda ishlatilishi mumkin.



9.5-rasm. Elektr zanjirini kommutatsiyaviy o'ta yuklanishlardan himoya qiluvchi sxemalar.

Kommutatsion apparat A ni uzadigan bo'lsak (rasm 9.4,a), $I'q0$ bo'ladi va o'ta kuchlanish quyidagicha aniqlanadi:

$$U_{ab} = E + e/\tau.$$

Bu holda o'tkinchi jarayondagi tok tezligi va tavsifi elektr yoyining xususiyati va uzluksizligi bilan aniqlanadi.

Kommutatsiyaviy o'ta yuklanishlarni yo'qotish uchun elektr zanjiri induktivligi diod bilan shuntlanadi (9.5,a-rasm). O'tkinchi davrda kommutatsiyalovchi apparat A bilan yuklama R_p ning bir qismi uzilganda g'altak L da hosil bo'luvchi o'z induksiya EYuK yopiq zanjir bo'ylab, ya'ni diod V induktivlikda zaxiralangan energiya $Li^2/2$ qarshilik R va diodda issiqlik sifatida yo'qoladi. Diod V da to'g'ri yo'nalishdagi kuchlanish pasayishi ΔU bir necha volt ni tashkil etadi.

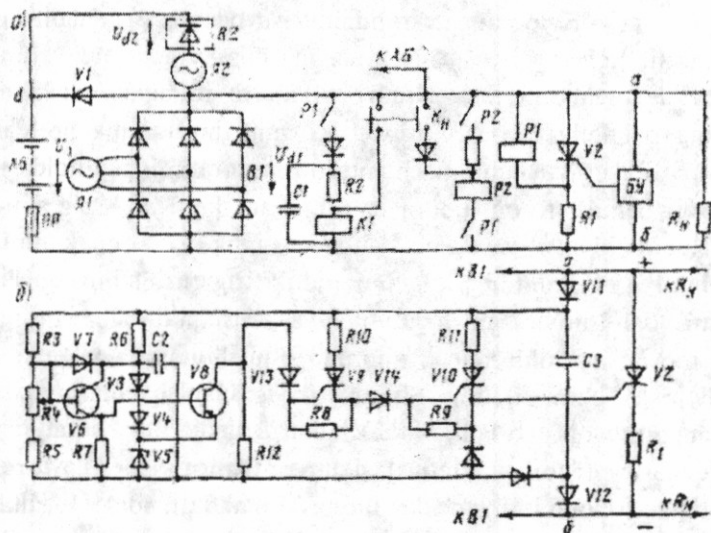
Ko'rilayotgan sxema uchun o'tkinchi rejimdagi yuklamaga kelayotgan kuchlanish $U_{ab}=E+\nabla U$ ga teng. ∇U kichik bo'lganligi uchun, diod bilan shuntlash o'ta kuchlanishning oldini olish imkonini beradi. Biroq diodni hamma vaqt ham qo'llash mumkin bo'lmaydi.

Masalan, generator chulg'ami induktivligi hosil qiladigan o'ta yuklanishdan himoyalaniish. Bunda yakorni diod bilan shuntlash qisqa tutashishga olib kelishi mumkin. Shu bois, o'ta kuchlanishni kamaytirish uchun sig'imiyl filtrlar yoki tezkor uzgichlarni qo'llash maqsadga muvofiq bo'ladi.

Tezkor tiristorli himoyalagich qo'llanganda (9.5,b-rasm), o'rnatilgan rejimda tiristor V uzilgan va yuklamadagi kuchlanish $U_{lb}=U_d$ (to'g'rilagich chiqish qismida). Yuklamaning bir qismi kommutatsiyalash apparat A orvali uzilganda, tiristorning boshqaruv elektrodiga kuchlanish datchigidan boshqaruv tizimidan signal uziladi. Tiristor ishga tushib, yuklama zanjiriga parallel ravishda R_i qarshiligini ulaydi. Rezistor R_i ning ulanishi natijaviy qarshiligini qiymatini saqlab qoladi yoki zanjir yuklamasining natijaviy qarshiligini qisman o'zgarishga olib keladi. Shuning oqibatida, kommutatsiyaviy o'ta yuklanish ta'siri o'z kuchini yo'qotadi.

Tiristorni himoya o'ta kuchlanishning maksimal qiymatiga ta'sir ko'rsatmaydi. Biroq o'ta kuchlanish ta'siri uzluksizligi natijasida, elektr apparati izolatsiyasini probodan, lampalarni kuyishdan saqlab qolinadi.

EV-10 tizimidagi o'ta kuchlanishdan himoyalash sxemasi (9.6 a-rasm) da o'ta kuchlanishni cheklash uchun yuqorida ko'rilgan ikkala usul: zanjir elementini diod bilan shuntlash va yuklama zanjiriga tiristorli tezkor himoyalagich yordamida rezistorni parallel ulash qo'llangan.



9.6-rasm. Kommutatsiyaviy o'ta kuchlanishdan himoyalagichning soddalashtirilgan sxemasi (a) va tiristorli himoya boshqaruvi bloki sxemasi (b).

Generator Yal asosiy chulg'ami hosil qiluvchi o'ta kuchlanishni cheklash maqsadida to'g'rilagich V1 diod V1 va akkumulator batareyasi AB bilan shuntlanadi. O'rnatilgan rejimda V1 diodi tok o'tkazmaydi, chunki zaryadlovchi $U_{d1} + U_{d2}$ yig'indisiga teng (to'g'rilagichlar V1 va V2 kuchlanishlari), boshqacha aytganda, $U_3 > U_d$ va diod V1 ga manfiy kuklanish beriladi. O'tish rejimida yuklamaning bir qismi uzilganda U_{d1}

kuchlanishi ortadi, boshqacha aytganda, o'ta kuchlanish hosil bo'ladi. Biroq, u akkumulyator batareyasi zaryad kuchlanishi bilan cheklanadi. O'ta kuchlanish zaryad kuchlanishi U_z dan orta boshlasa, diod V1 tok o'tkaza boshlaydi va a va d nuqtalari potentsiallari amalda tenglashadilar, oqibatda o'ta kuchlanish U_z dan orta olmaydi. Bunda generator yakori (1) induktivligi zahiralangan energiya $Li^{2/2}$ akkumulator batareyasiga uzatiladi

Ba'zi bir avariya holatlarida generator yakori Ya1 asosiy chulg'ami to'g'rilagich V1 ga ulanganda (masalan, eritiluvchi himoyalagich P_r kuyganda), diod V1 o'z himoyalash funksiyasini bajarmay qo'yadi. Bunda kommutatsiyaviy o'ta kuchlanishning ta'sir vaqti tezkor tiristorli himoyalagich bilan cheklanadi. Himoya tiristori V2 pastomli rezistor R1 orqali to'g'rilagich V1 chiqish qismiga parallel ulanadi. Tiristor V2 ning boshqaruvi boshqaruv bloki BU dan yuklama kuchlanishini nazorat qilgan holda olib boriladi.

O'ta kuchlanish paydo bo'lganda va uning qiymati akkumulator kuchlanishdan katta bo'lsa, BU dan birnecha mikrosaniyadan so'ng signal yuborilib, tiristor V2 ishga tushiriladi va u o'z navbatida, yuklama zanjiriga R1 ni parallel ulaydi, natijada o'ta kuchlanish ta'siri to'xtaydi. Tiristor V2 ulanish bilan yuklama avtomatik ravishda to'g'rilagich V1 dan uziladi. Bu maqsadda rele R1 dan foydalaniladi. Uning g'altagi tiristor V2 tufayli qisqa tutashadi. Rele R1 uzilganda, uning kontaktlari kontaktor K1 va rele R2 lar g'altaklarini uzib qo'yadi. Kontaktor K1 yuklama R_n ni generatordan ajratsa, rele R2 generator uyg'otish chulg'ami zanjirini uzadi.

Kontaktor K1 ishlash sharoitini yaxshilash va qo'shimcha kommutatsion o'ta kuchlanishlarni yo'qotish uchun kontaktor K1 rele R2 ga nisbatan ma'lum bir vaqt o'tkazib uziladi. Buning uchun K1 g'altagi va rezistor R2 kondensator S1 bilan shuntlanadi. R2-S1 zanjiri vaqt doimiyligi shunday tanlanadiki, K1 kontaktorining uzilishi to'g'rilagich V1 kuchlanishi va yuklama toki keskin kamaygandan so'ng ro'y bersin. Kontaktor K1 uzilgach himoya

zanjiri V2 — rezistor R2 dan kuchlanish olinadi va tiristor V2 o'zining berkitish qobiliyatini tiklaydi. Tiristorli himoya ishlashdan so'ng nosozlik to'g'rilagich sxemasining ishlash qobiliyatini tiklash uchun tugma K_n ni bosish zarur. Bunda rele R2 va kontaktor K1 ulanadilar, generator uyg'otish chulg'ami ulanadi va himoya zanjiri asosiy to'g'rilagichga ulangan bo'ladi.

Tiristorli himoyaning boshqaruv bloki BU (9.6,b-rasm) quyidagi bo'laklardan iborat: yuklama kirish qismidagi kuchlanishni o'lchovchi blok va kuchaytirgich bloki. O'lchov bo'lagi o'lchov ko'prigidan va stabilitrondan iborat. O'lchov ko'prigining birinchi ikkita elkasini ketma-ket ulangan R3, R4 va R5 rezistorlari, ikkinchi ikkita elkasini ketma-ket ulangan rezistor R6, diodlar V3 va V4 lar va stabilitron V5 lar tashkil etgan. V3, V4 va V5 zanjirlariga parallel ravishda kondensator S2 ulangan. Ko'prik diagonaliga tranzistor V6 ning baza-emitteri va himoya diodi V7 ulangan. Tranzistor V6 ning kollektori rezistor R7 orqali manfiy simga ulangan.

BU ning kuchaytirgichi tranzistor V8 va tiristorlar V9 va V10 larda yig'ilgan. Blok BU ajratuvchi diodlar V11 va V12 lar orqali yuklamaga parallel ravishda a va b nuqtalariga ulangan. U quyidagicha ishlaydi:

O'lchov bo'lagi elementlari parametrlari shunday tanlanganki, normal holatda tranzistor V6 emitteri potentsiali baza potentsialidan katta bo'lishi kerak. Shunga ko'ra, tranzistor V6 ochiq, tranzistor V8 emitter-baza bo'lgan kuchlanish beriladi va u yopiladi. V6 va V10 tiristorlari boshqaruv zanjirlarida ta'minot yo'qligi tufayli ular yopiq holda bo'ladi va T2 ning ulanishiga signal kelmaydi.

Yuklama zanjiri (a va b nuqtalari) o'ta kuchlanish darajasining ruxsat etiluvchi qiymati rezistorlar R3, R4 va R5 qiymatlarini tanlash va rostlanuvchi rezistor R4 ning qo'zg'oluvchi kontaktlarini surish yo'li bilan amalga oshiriladi. O'tkinchi rejimda tranzistor V6 bazasi potentsiali amalda oniy o'zgaradi, emitter potentsiali esa pog'onali ravishda o'zgaradi, chunki bunga kondensator S2 to'siqlik qiladi. Shunga ko'ra, yuklama zanjirida o'ta kuchlanish

paydo bo'lishi va uning qiymati ruxsat etiluvchi miqdordan katta bo'lsa, tranzistor V6 bazasi potentsiali emitter potentsialidan katta bo'ladi. Natijada, tranzistor V8 bazasi rezistor R7 orqali shinaning manfiy qismiga ulandi hamda uning potentsiali tranzistor V8 emitteri potentsialidan past bo'ladi. Tranzistor V8 ochiladi, tiristor V2 ning boshqaruv elektrodiga ta'minlovchi manba musbat simidan diod V11 – rezistor R6 – diodlar V3, V4 – tranzistor V8 ning emitter kollektor o'tuvi – diod V13 – boshqaruv elektrodi, V9 tiristori katodi – diod V14 – boshqaruv elektrodi, tiristor V10 katodi, orqali ochuvchi kuchlanish impulsi beriladi. Bunda tiristor V9 ulanadi, aytib o'tilgan zanjirning bir qismini shuntlaydi va tiristor V10 ning ulanish sharoitini yaxshilaydi. Shundan so'ng himoya tiristori V2 ulanadi. Ko'rib o'tilgan boshqaruv bloki yetarli darajada kommutatsiyaviy o'ta kuchlanishdan tezkorlik bilan himoyalashni ta'minlaydi.

9.3. Elektr jihozlarini o'ta kuchlanishdan himoyalash

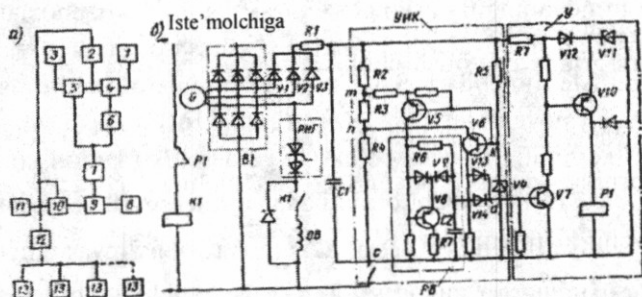
Elektr ta'minoti tizimida kuchlanishni avtomatik ravishda rostdash tizimida nosozlik yuz berganda kuchlanish keskin ko'tarilishi va natijada, iste'molchiga zarar etishi mumkin. Iste'molchilarni bunday o'ta kuchlanishlardan himoya qilish uchun (masalan, $U_r = (1,5 - 1,7)U_{nom}$) himoya ma'lum bir tezkorlik bilan ishlashi lozim.

Vagon elektr iste'molchilarini o'ta kuchlanishdan himoya sxemasi (9.7,a-rasm) uchta asosiy organ: o'lchov, buyruq (komanda) yaratish va bajarish organlari o'lchov organi datchik (2) dan iborat bo'lib, uning chiqish qismidagi kuchlanish generator kuchlanishiga mutanosib ravishda o'zgaradi. Generator (11) kuch to'g'rilagichi (12) orqali iste'molchi (13) ga elektr energiyasi beradi. Tiristorli regulator (10) orqali esa uyg'otish chulg'ami (8) ni energiya bilan ta'minlaydi. Buyruq yaratish organi ikki blok kuchlanish o'rnatuvchi (1) va (3), qiyoslash bloklari 4,5 va vaqt rele (6) dan iborat. Bloklar (1) va (3) chiqish qismlari berilgan

kuchlanishlar U_{u1} va $U_{u2} > U_{u1}$ ga mutanosib o'zgaradi. Ijrochi organ kuchaytirgich (7), himoyaning ijrochi kuch organi (9) (u generatorning uyg'otish chulg'ami zanjiriga ulangan) dan tashkil topgan.

(4) va (5) — bloklarda datchik (2) bilan o'lchanuvchi generatorning chiqish qismidagi kuchlanish U_r va himoya o'rnatuvchi kuchlanishlar U_{u1} va U_{u2} Elektr ta'minotining normal ish rejimida generator chiqish qismi kuchlanishi himoyada o'rnatilgan kuchlanishdan kichik va qiyoslash bloklari chiqish qismidagi signal (4) va (5) paydo bo'lmaydi. Avariya holati yuz berib, o'lchanuvchi kuchlanish o'sganda, ($U_r > U_{u1}$ *va* $U_r > U_{u2}$) tegishli ravishda qiyoslovchi bloklar (4) va (5) da signallar paydo bo'ladi.

Faraz qilaylik, generatorning chiqish qismi (11) da kuchlanish $U_{u1} < U_r < U_{u2}$ bo'yicha o'zgaradi. Bu holda qiyoslash bloki (4) da signal paydo bo'ladi. Biroq ijrochi organga signal darhol etib bormaydi, qandaydir Δt vaqtiga kechikadi. Bunday imkoniyatni vaqt releasi (6) yaratadi. Δt_y vaqti o'tishi bilan generator kuchlanishini $U_{u1} < U_r < U_{u2}$ chegarada ushlab turish uchun, kuchaytirgich (7) kirish qismiga vaqt releasi chiqish qismi (6) dan signal yuboriladi: u kuchayib, ijrochi himoya apparati (9) ni ishlatib yuboradi. Natijada, generator uyg'otish chulg'ami (8) ta'minot zanjiridan uziladi va generator kuchlanishining pasayishiga olib keladi. Himoya sxemasidagi kuchaytirgichga hojat shundan iboratki, o'lchov, buyriq hosil qilish sxemalari elementlarini kam quvvatli elementlarda yig'ish imkoni tug'ilsin. Bu esa himoya qurilmasi ishlashi aniqligini oshiradi va qurilma o'lchovlari va vaznini kamaytiradi.



9.7-rasm. Vagon elektr jihozlarini o'ta kuchlanishdan himoyalashning funksional (a) va soddalashtirilgan (b) sxemalari.

Agar o'ta kuchlanish vaqti vaqt rele (6) ning kechiktirish vaqti Δt_u dan kichik bo'lsa, unda signal ijrochi organga kelmaydi va himoya ishlamaydi. Generator chiqish qismidagi kuchlanish $U_r > U_{u2}$ bo'yicha o'ssa, signal kuchaytirgich (7) ga keladi. O'rnatiluvchi kuchlanish U_{u2} eng kichik vaqtda o'saborish (bu vaqt himoya tezkorligi bilan aniqlanadi) himoyani ishga tushirib, generator uyg'otish chulg'ami (8) ni ta'minlovchi manbadan uzilishga olib keladi.

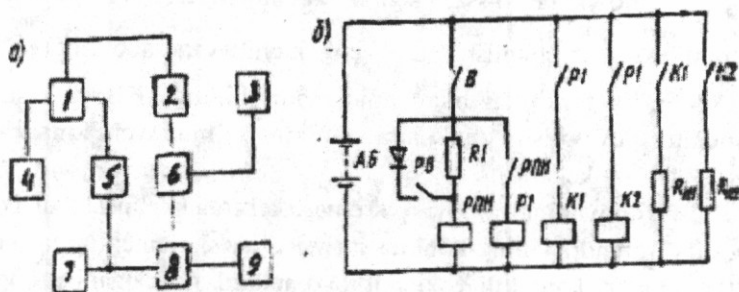
Himoyaning tamoyiliy sxemasi keltirilgan funksional sxema asosida quriladi. Uning konkret joriysi u qaysi elementlarda (yarim o'tkazgichlar, kontaktli yoki mikrosxemalarda) yig'ilganiga bog'liq. Shunga ko'ra, bitta funksional sxema bir qancha joriy etish variantlariga ega bo'lishi mumkin.

9.4. Akkumulator batareyalarini kuchlanish pasayishidan himoyalash

Akkumulatorlarni ruxsat etilmaydigan darajada razryadlanishi oldini olish uchun maxsus himoya ko'zda tutilgan. Kuchlanish kerakligidan pasayishi bilan vagon iste'molchisini tarmoqdan uzadi.

Bunday himoyaning funksional sxemasi vagon elektr jihozlarini o'ta kuchlanishdan himoyalash sxemasiga o'xshash quriladi.

Vagon iste'molchilari 9.8 a-rasm akkumulator batareyasi (7) ga kommutatsiyalovchi apparat (8) (kontaktor) orqali ulanadilar. Himoya sxemasidagi qiyosiy blok (1) ga datchik (4) dan kuchlanish U_{AB} va blok (5), beruvchi o'rnatiladigan kuchlanish U_u dan signal keladi. Avariya holati yuz berib, akkumulator batareyasi kuchlanishi $U_{AB} \leq U_u$ bo'lganda, qiyosiy blok (1) da signal paydo bo'ladi va u vaqt rele (2) ga keladi. Unda Δt_u vaqti o'tishi bilan signal kommutatsiyalovchi blok (6) ga keladi. U normal holatda komanda apparat (3) signallari bilan boshqariladi. Blok (6) signali bilan kommutatsiyalovchi apparat (8) vagon iste'molchilari zanjirini uzib qo'yadi va shu bilan akkumulator batareyasining ruxsat etilmaydigan razryadining oldi olinadi.



9.8-rasm. Akkumulator batareyasining past kuchlanishda razryadlanishdan himoyalashning funksional (a) va sodda (b) sxemalari.

Akkumulator batareyasining past kuchlanishda ishlashidan himoyalashning rele elementlarida yig'ilgan sxemasi 9.8-rasm da keltirilgan. Sxemaning asosiy elementi bo'lib RPN rele hisoblanadi. U kuchlanish datchigi vazifasini bajaradi, shuningdek, o'rnatish va solishtirish bloklari vazifalari ham unga yuklangan. RPN ning g'altagi akkumulator batareyasidan uzgich V va rezistor R1 orqali ta'minlanadi. Qarshilik qiymati shunday tanlanadiki,

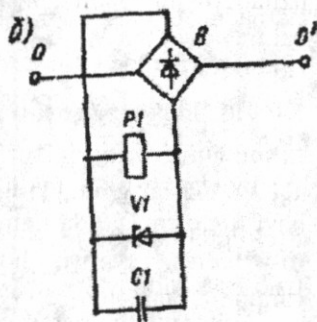
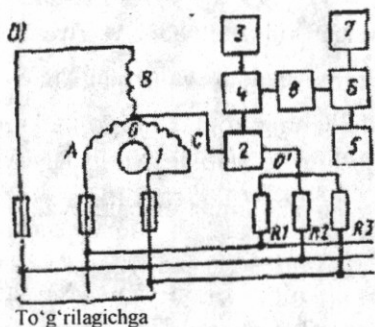
natijada, $U_{AB} \leq U_u = 40B$ bo'lsin. RPN g'altagidagi tok ushlash tokidan kichik va unda rele uziladigan qilib olinadi. Avariya holati yuz berganda $U_{AB} < U_u$ rele RPN uziladi va oraliq rele R1 ta'minlanish zanjirini uzib qo'yadi. Uning kontaktlari kontaktorlar K1 va K2 lar g'altaklariga tok kelishini to'xtatadi. Natijada, vagon iste'molchilari bo'lmish R_{n1} , R_{n2} lar akkumulator batareyalaridan uzib qo'yiladi.

Akkumulator batareyasining kuchlanishi qisqa vaqt pasayganda rele RPN ishlab yubormasligi (masalan, ventilator motori ishga tushganda) uchun vaqt relesi RV kontakti sxemaga kiritilgan. Motor ishga tushirilganda u ham barobar ishga tushadi. Uning bitta blok kontakti rezistor R1 ni shuntlaydi. Natijada, RPN ning o'rnatiladigan qiymati o'zgarib ketadi.

9.5. Vagon o'zgaruvchan tok generatorlarini nosimmetrik ish rejimlaridan himoyalash

Vagon generatorlarida nosimmetrik holat nosimmetrik avariya ro'y berganda, bitta faza uzilib qolganda (masalan, bitta faza himoyalagichi kuyib qolganda) ro'y beradi. Nosimmetrik holatlarni tahlil qilish uchun simmetrik tashkil etuvchilar usuli qo'llanadi. Bunda nosimmetrik tok tizimlari simmetrik tashkil etuvchilar — to'g'ri, teskari va nol ketma-ketliklarga ajratiladi va har birining ta'siri alohida hisobga olinadi.

Nosimmetrik holatlar yuz berganda generator rotorini qizishi va vibratsiyadan himoyalashni uchun maxsus himoya vositalari ishlab chiqilgan. Ularning ishlash tamoyili generator va yuklama elektr sxemalari «yulduz» bo'yicha ulanganda ular nol nuqtalari oralaridagi kuchlanish simmetrik holatda nolga teng bo'lishiga asoslangan. Simmetriya buzilganda, bu nuqtalar oralarida kuchlanish paydo bo'ladi. Himoya sxemasida (9.9,a-rasm) uchta bir xil rezistor R1 — R3 li qarshilik R (o'zaro ular «yulduz» sxemasiga ulanib) generator fazalariga ulab qo'yilgan.



9.9-rasm. Generatorni nosimmetrmik holatdan himoyalashning funksional sxemasi (a), komanda hosil qiluvchi bo'g'inning soddalashtirilgan sxemasi (b).

R1 – R3 larning umumiy birlashgan nuqtasi sun'iy nol nuqtasi 0 ni hosil qiladi. Bu nuqta bilan generator 3 chulg'ami nollari 0 nuqtasi oralariga kuchlanish datchigi (2) ulangan. Tizimda simmetrik holat bo'lganda bu nuqtalar oraligidagi kuchlanish nolga teng. Nosimmetriya paydo bo'lishi bilan (masalan, A fazadagi eruvchi himoyalagich kuydi) bu nuqtalarda kuchlanish paydo bo'lmaydi va uning qiymati o'sa borib, ma'lum qiymatdan oshganda qiyoslash bloki (4) da signal hosil bo'ladi. Bu signal (8) – blokda kuchayib, generatorning uyg'otish chulg'amini kommutatsiyalovchi apparat (6) manba (7) dan ajratadi. Natijada, zararli bo'lgan nosimmetrik holatdan holi bo'lamiz. Ko'rilgan funksional sxemada (2-4) bloklar komanda hosil qiluvchi bo'g'inni tashkil qiladi (9.9 b-rasm). U EV-10 tizimida rele komanda buyruq hosil qilish bo'g'inni tashkil qilgan. Rele g'altagi R1 0 va 0 nuqtalar orasiga ulangan to'g'rilagich V ning chiqish qismiga ulangan. R1 bilan parallel ravishda stabilatron (1) (kuchlanishni cheklash uchun) va kondensator S1 (kuchlanish g'adir-budirligini silliqlash uchun) ulangan.

Generator ishida nosimmetriyalik paydo bo'lganda rele R1 ulanadi va uning kontaktlari oraliq rele ta'minotini uzadi va

natijada, generator uyg'otish chulg'ami ta'minot zanjiri ham uziladi. Shu bilan birga, vagon elektr ta'minotini akkumulator batareyasiga ulaydi.

9.6. Elektr zanjirlarini vagon korpusiga ulanishini signallash

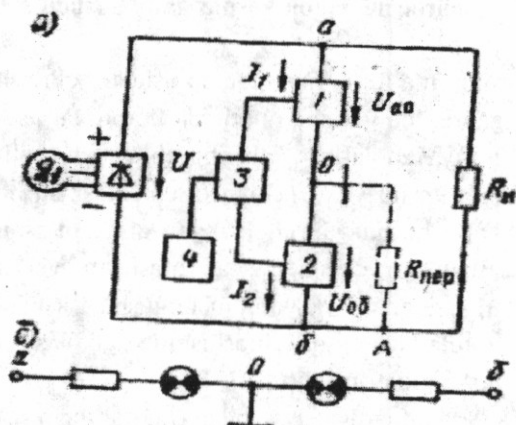
Izolyatsiyaning ma'lum bir nuqtada ishdan chiqishi unchalik havf tug'dirmaganda ham boshqa nuqtada korpusga qisqa tutashishi ro'y bersa, avariya holatini keltirib chiqarish uchun sharoit yaratadi. Bu holda to'liq yoki qisman qisqa tutashish hosil bo'ladi. Ishchi tokdan katta bo'lmagan cheklangan qisqa tutashish tokining uzoq muddat uzluksiz oqishi qisqa tutashgan yerlarni qizitib, jixozlarni ishdan chiqarishi va yong'in chiqishiga sababchi bo'lishi mumkin. Bir nuqtadagi qisqa tutashishni signallash avariyaning oldini olishga yaxshigina omil bo'ladi.

Ma'lumki, yerdan izolyatsiyalangan nuqtaning erga tutashishi undan o'tuvchi tokni taqsimlanishga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi, chunki bunda tok o'tishiga yangi bo'g'inlar hosil bo'lmaydi. Agar ikki yoki undan ko'p nuqtalar yerlansa, unda yangi bo'g'inlar hosil bo'ladi, sxemada tok taqsimlanishi o'zgaradi va u dastlabki sxemadan farqlanadi. Bu xususiyatlar signallash sxemasini yaratish uchun asos qilib olingan.

Bunday signallash qurilmasi kuchlanish datchiklari (1) va (2) dan (9.10,a-rasm) (ular manfiy va musbat ishorali, korpusdan izolyatsiyalangan simlarga ulangan bo'lib, manba kuchlanishi U ni iste'molchi R_n bilan bog'laydi), qiyoslash bloki (3) va ijrochi blok (4) dan iborat.

Datchiklar (1) va (2) larning o'rta nuqtalari nuqta 0 ni vagon korpusi bilan birlashtiriladi. Bu holat elektr ta'minoti tizimida normal izolyatsiyali o'tkazgich va apparatlarning ishiga hech qanday ta'sir ko'rsatmaydi. Vagon elektr ta'minoti tizimining normal zanjir holatlarida kuchlanish datchiklari (1) va (2) dan bir xil tok o'tadi: $I_1 = I_2 = I$. Shunga ko'ra, datchiklardan keluvchi

signallar barobar va $0,5U = IR$ ga mutanosib ravishda o'zgaradilar (bundagi R kuchlanish datchigi qarshiligi). Natijada, qiyoslash bloki (3) da signal bo'lmaydi.



9.10-rasm. Elektr ta'minoti zanjirining vagon korpusiga ulanish signallashining funksional (a) va tamoyiliy (b) sxemalari.

Izolatsiya istalgan nuqtada shikastlanganda (masalan, A nuqtada vagon korpusi bilan ulanib qolsa) tok vagon korpusidan A va 0 nuqtalari orqali o'ta boshlaydi, oqibatda, kuchlanishlarning qayta taqsimlanishiga sababchi bo'ladi va u datchiklar (1) va (2) orqali darhol seziladi, binobarin $U_{ao} \neq U_{ayl}$.

Shunday qilib, sxemaning istalgan nuqtasi korpus bilan tutashadigan bo'lsa, datchiklar (1) va (2) ning kuchlanishlar tengligi buziladi, solishtiruv bloki (3) ning chiqish qismida signal paydo bo'ladi va natijada, ijrochi blok (4) ishga tushadi va elektr ta'minotida nosozlik paydo bo'lganligi haqida signal uzatiladi.

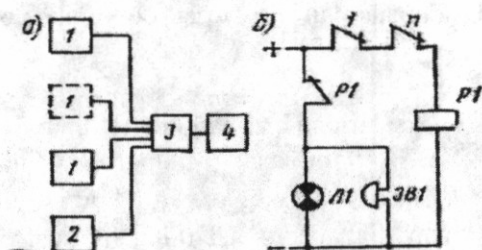
EV-10 elektr ta'minoti tizimida kuchlanish datchiklari, qiyoslash bloki va ijrochi blok funksiyalarini ikkita ketma-ket ulangan lampalar (ular zanjiriga rezistorlar ulangan) bajaradilar (9.10,b-rasm). Elektr ta'minoti tizimining normal ish holatida lampalar bir xilda yonadilar (yarim nakalda). Izolatsiya

shikastlanganda lampalardan biri yorug'roq yonib, nosozlik haqida signal beradi.

9.7. Rolikli buksalarning qizishini kontrol qiluvchi qurilma

Yo'lovchi tashuvchi vagonlar g'ildiragi juftligi rolikli podshipniklar bilan butlangan. Ularning normal ishlashlaridan poyezd harakatining xavfsizligi ta'minlanadi. Faqat doimiy nazorat natijasidagina ulardagi holat va nosozliklar aniqlanadi va tuzatish, ta'mirlash vositalari orqali avariya oldi olinadi. Podshipnikdagi nosozliklar (qiyshayish, darz ketish va b.) buksaning tezda qizishiga olib keladi, shu bois uning harorati bo'yicha podshipniklar texnik holatlarini aniqlash mumkin. Buksa haroratini nazorat qilish uchun uning korpusi yuqori qismiga maxsus datchik o'rnatiladi. Bunday datchiklar termopara asosida bo'lishi mumkin. Ulardagi EYUK haroratga mutanosib o'zgaradi. Shuningdek, termorezistorlar va kontakt termodatchiklardan ham foydalanish mumkin.

Datchik sifatida termoparadan foydalanilganda yoki termorezistorlar qo'llanganda datchik (1) (9.11 a-rasm) va blok (2) chiqish qismlarida buksaning chegaraviy harorati blok (3) da solishtiriladi. Buksa harorati podshipnik nosozlik tufayli ruxsat etiluvchi haroratdan ko'tarilib ketsa, signal paydo bo'ladi va u podshipnik holatini nazorat qiluvchi qurilma (4) ga uzatiladi. Agarda kontaktli termodatchik (1) qo'llansa, blok (2) bo'lmasligi mumkin. Blok (3) mantiqiy funksiya YOKI ni bajaradi (agarda datchik kontaktlari ulovchi bo'lsa); bordiyu datchik kontaktlari uzuvchi bo'lsa, unda mantiqiy element YO'Q (NE) – YOKI (ILI) ni bajaradi. Yo'lovchi tashuvchi vagonlarda rolik buksani qizish bo'yicha kuzatuv olib boriladigan bo'lsa, uziluvchi kontaktli termodatchiklar qo'llanadi (9.11 b-rasm). Datchikning ichki qismida ikkita o'tkazgich tez eruvchi metall bilan kavsharlangan. Simlar maxsus kanallarga metall yordamida kavsharlangan holda joylashtiriladi va o'zaro uzuvchi kontakt hosil qiladi.



9.11-rasm. Rolik buksasining qizishini qaydlovchi funksional (a) va tamoyiliy (b) sxemalar.

Ma'lum bir haroratda (90°C dan yuqori) metall qizib eriydi va kontakt uziladi. Termodatchiklar kontaktlari 1- p rele R1 ning ta'minlov zanjiriga ulangan. Uning uzuvchi kontaktlari signal lampasi L1 va ovoz signali apparati 3B1 ga ulangan. Kontaktlarning bittasi erib ketadigan bo'lsa, ya'ni podshipniklardan biri nosoz bo'lsa, rele R1 ta'minoti to'xtaydi va signal lampasi va ovoz apparati ulanadi.

Adabiyotlar

1. Захорович А.Е. и др. Электрооборудование вагонов. М., Транспорт, 1982. — 367-с.
2. Терешкин Л.В. Приводы генераторов пассажирских вагонов. М., Транспорт, 1990 — 158-с.
3. Брускин Д.Е. др. Электрические машины. М., Высшая школа, 1979. — 304-с.
4. Марквардт К.Т. Электроснабжение электрофицированных железных дорог. М., Траспорт, 1982. — 528-с.
5. Князевский, Аникин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. М., Высшая школа, 1986. — 400-с.
6. Чилинин М.Г. Общий курс электропривода. М., Энергия, 1979. — 472-с.
7. Hamidxonov M.Z., Majitov S.M. Elektrik yuritma va uni boshqarish asoslari. T., O'qituvchi, 1970. — 285-b.
8. Majitov S. Elektr mashinalari va elektr yuritmalar. T., O'qituvchi, 1979. — 280-b.
9. Ibrohimov U. Elektr mashinalari. T., O'qituvchi, 1988. — 372-b.

MUNDARIJA

Kirish	3
--------------	---

I bob. VAGON ELEKTR TA'MINOTI TIZIMI RIVOJI

1.1. Avtonom (xususiy) elektr ta'minoti tizimi.....	4
1.2. Markazlashgan elektr ta'minoti tizimi.....	7
1.3. Refrijeratorli harakat tarkibining elektr ta'minoti tizimi.....	8
1.4. Elektr jihozlari tasnifi.....	10

II bob. TOK MANBALARI

2.1 O'zgarmas tok generatorlari.....	11
2.1.1. Generatorning ishlash tartibi.....	12
2.1.2. Salt ishlash tavsifi.....	12
2.1.3. Tashqi tavsiflar.....	14
2.1.4. Rostlash tavsiflari.....	15
2.2. Motor — generatorlar.....	16
2.3. Yo'lovchi vagonlarning o'zgaruvchan tok generatorlari.....	22
2.4. Kuch to'g'rilagichlari.....	34
2.5. Markaziy elektr ta'minotining refrijeratorli vagonlar va vagon-elektrostansiya generatorlari.....	35
2.5.1. Ishlash tamoyili.....	36
2.5.2. Kuchlanishi mo'tadillanuvchi sinxron generaorlar.....	40
2.6. Generatorni xisoblash va tanlash.....	48
2.7. Akkumulator batareyalari.....	49
2.7.1. Kislotali akkumulatorlar.....	53
2.7.2. Ishqorli akkumulatorlar.....	57
2.7.3. Kislotali va ishqorli akkumulyatorlarning qiyosiy tahlili.....	59
2.7.4. Akkumulatorlar batareyalari montaj qilish.....	60

III bob. STATIK VA ELEKTR MASHINALI O'ZGARTGICHLAR

3.1. Yo'lovchi tashuvchi vagonlar elektr iste'molchilari uchun chastota o'zgartgichlari.....	62
3.1.1. Elektr ta'minoti tizimi.....	62
3.1.2 Chastota o'zgartgich.....	63
3.2. Vagon past kuchlanishli iste'molchilarini ta'minlash uchun statik o'zgartgichlar.....	67
3.3. Luminescent lampalar, radioapparatlar va elektr ustalar uchun elektromashinali o'zgartgichlar.....	74
3.4 Elektr ustalar ta'minoti uchun statik o'zgartgichlar.....	86

IV bob. GENERATORLAR YURITMALARI

4.1. Klin tasmali yuritma.....	89
4.1.1. Yuritma qurilmasi.....	89
4.1.2. O'q chekkasidan harakat oluvchi yuritma.....	89
4.1.3. O'q chekkasidan harakat oluvchi va keyingi yillarda chiqarilgan yuritmalar.....	92
4.2. Reduktor-kardanli yuritma.....	95
4.2.1. O'q chetki bo'lagidan harakatlanuvchi yuritma.....	95
4.2.2. O'q o'rta qismidan harakatlanuvchi yuritmalar.....	97
4.3. Generator yuritmalarini hisoblash.....	106

V bob. KUCLANISH ROSTLASHNING AVTOMATIK TIZIMLARI

5.1 Generator kuchlanishini rostdash tamoyili.....	107
5.2 ART ning funksional tizimlari.....	107
5.3 Ko'mirli kuchlanish regulatorlari.....	111
5.3.1. Regulator tavsifi.....	117
5.4. Generator kuchlanishini rostlanishning dinamik jarayonlari va RNG ning asosiy tavsiflari.....	120

5.4.1. Regulator-generator tizimi tenglamalari.....	120
5.4.2. Rostlash aniqligi.....	125
5.4.3. Ishlash turg'unligi.....	128
5.4.4. Uyg'otish toki o'zgarish ko'lami.....	131
5.4.5. Yuklama toki o'zgarishi ko'lami.....	133
5.5. Magnit kuchaytirgichli regulator.....	133
5.6. Yarim o'tkazgichli kuchlanish regulatorlari.....	135
5.6.1. Impulsli rostlash tamoyili.....	135
5.6.2. 2GV – 003 turdagi generatorning kuchlanish regulatori....	138
5.7 Yoritish tarmog'i kuchlanishini rostlash.....	143
5.7.1 Ko'mirli regulatorlar.....	144
5.7.2 Diodli cheklagich.....	147

VI bob. VAGON MEXANIZMLARI ELEKTR YURITMALARI

VA ISH REJIMLARI

6.1. Elektr yurtmalar xizmat burchi va ish rejimlari.....	150
6.2. Elektr motorlari quvvatini tanlash.....	157
6.3. O'zgarmas tok motorlarini ishga tushirish.....	161
6.4. O'zgarmas tok motorlari aylanish tezliklarini rostlash.....	170
6.5. O'zgaruvchan tok motorini ishga tushirish.....	175
6.6. O'zgaruvchan tok motorlari aylanish tezliklarini rostlash.....	178
6.7. Elektr motorining nominal bo'lmagan sharoitlarda ishlashi..	181

VII bob. VAGONLARNING ELEKTR YORITGICHLARI

7.1. Umumiy holatlar va yoritish turlari.....	184
7.2. Yoritish manbalari.....	185
7.3. Yoritgichlar.....	190
7.4. Elektr bilan yoritishni hisoblash usullari.....	191

VIII bob. VAGONLARNI ELEKTR YORDAMIDA ISITISH

8.1. Elektr bilan isitish turlari.....	194
8.2. Vagon generatoridan elektr isitgichni ta'minlash.....	196

8.3. Kontakt tarmog'idan ta'minlanib, vagonni isitish.....	197
8.4. Vagon — elektrostansiyalaridan ta'minlanib isitish.....	199
8.5. Kombinatsiyalangan elektr-ko'mirli isitgich.....	202
8.6. Elektr isitgichlarni hisoblash.....	204

IX bob. ELEKTR QURILMALARNI AVARIYA HOLATIDA

ISHLASHDAN HIMOYALASH

9.1. Elektr energiya manbalarini qisqa tutashuv va o'ta yuklanish toklaridan himoyalash.....	209
9.2. Elektr jihozlarini kommutatsiyaviy o'ta kuchlanishlardan himoyalash.....	217
9.3. Elektr jihozlarini o'ta kuchlanishdan himoyalash.....	225
9.4. Akkumulator batareyalarini kuchlanish pasayishidan himoyalash.....	227
9.5. Vagon o'zgaruvchan tok generatorlarini nosimmetrik ish rejimlaridan himoyalash.....	229
9.6. Elektr zanjirlarini vagon korpusiga ulanishini signallash.....	231
9.7. Rolikli buksalarning qizishini kontrol qiluvchi qurilma.....	233
Adabiyotlar.....	235

**R.M.Minovarov, N.M Usmonxo‘jayev,
Sh.S.Fayziboyev**

TEMIR YO‘L VAGONLARINING ELEKTR JIHOZLARI

Toshkent – «Fan va texnologiya» – 2007

Muharrir:
Tex. muharrir:
Sahifalovchi:

Q. Avezboyev
A. Moydinov
A.Shaxamedov

Bosishga ruhsat etildi: 29.07.07. Ofset usulida chop etildi.
Qog‘oz bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$. Shartli bosma tabog‘i 16,0
Nashr bosma tabog‘i 15,0 Adadi 500 nusxa. Buyurtma №50.

«Fan va texnologiyalar Markazining bosmaxonasi»da chop etildi.
700003, Toshkent shahar, Olmazor ko‘chasi, 171-uy.