

19.2-rasm. Payvandlash transformatorlarining birlamchi chulg'amlari:
a — silindsimon; b — disksimon.

ulagichlar, ularda mis pichoq plastinalarning prujinalanuvchi kontaktlari orasiga kirgiziladi;

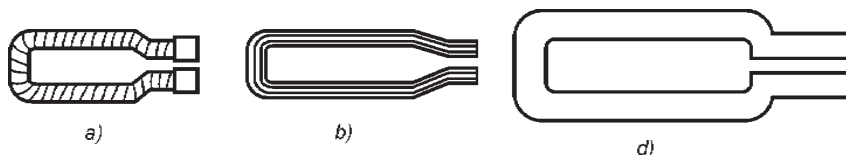
d) plastinali almashlab ulagichlar katta quvvatli mashinalarda ishlatiladi; bunda bosqichlar shpilkalarda gayka bilan mahkamlangan tok keltiruvchi plastinalar holatini o'zgartirish orqali almashlab ulanadi;

e) barabanli almashlab ulagichlarda sirpanuvchi kontaktlar bo'lib, ular baraban 2 ichiga o'rnatilgan kontakt klemmallari 3 ga qisiladi. Baraban izolatsiyalangan dasta 1 burilganda chulg'amlar almashlab ulanadi.

19.3. Payvandlash transformatorini hisoblash

Bir fazali o'zgaruvchan tok transformatorini hisoblash uchun boshlang'ich ma'lumotlar:

- 1) nominal payvandlash toki I_{2n} yoki uzoq muddatli ikkilamchi tok $I_{2_{u,m}}$ (A);
- 2) birlamchi kuchlanish U_1 (V) va tok chastotasi f (Hz);
- 3) salt yurish ikkilamchi kuchlanishi: nominal, eng kichik va eng katta



19.3-rasm. Payvandlash transformatorining ikkilamchi o'rami:
a — birlamchi chulg'ami silindsimon kam quvvatli transformatorlardagi egiluvchan kabeldan qilingan o'ram; b — 0,2—0,4 mm qalinlikdagi mis folgasidan ishlangan egiluvchan o'ram; d — disksimon birlamchi chulg'amli transofrmatorlardagi 6—20 mm qalinlikdagi uchta yoki bundan ko'p parallel ulangan disksimon jismlaridan iborat chulg'am.

$U_{20n}, U_{20\min}$ va $U_{20\max}$ (V);

- 4) ikkilamchi kuchlanishni roslash bosqich soni n va chegaralari;
- 5) ulanish muddati UM (%);
- 6) transformatorning turi (sterjenli yoki zirhli);
- 7) magnit o'tkazgichning materiali va tuzilishi;
- 8) chulg'amlarning ishlanish (lok shimdirilgan, emal qoplangan yoki epoksid kompaundi eritib quyilgan disksimon yoxud silindrsimon g'altaklar);
- 9) chulg'amlar izolatsiyasining qizishga chidamlilik sinfi;
- 10) chulg'amlar va magnit o'tkazgichning sovitilishi.

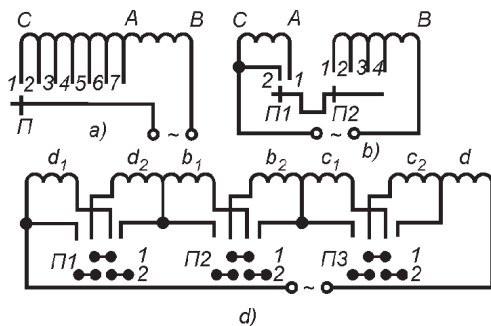
Transformator ulashning oxiridan oldingi bosqichida nominal quvvatni hosil qilmog'i zarur. Oxirgi bosqich zaxira bosqich hisoblanadi, u nominal quvvatdan katta quvvatda, lekin kichik UM da ishlashga imkon beradi.

Boshlang'ich ma'lumotlarga ega bo'lgach, transformatorning turi, bosqichlarni almashlab ulagich turi va uning chulg'amlarini sovitish usuli tanlanadi. Birlamchi chulg'amlarning qismlariga keltiriluvchi hisoblab topiladigan kuchlanish U_1 ulovchi qurilmaning turiga bog'liq bo'lib, 330 dan 380 V gacha o'zgarib turadi. Ushbu kuchlanishning pasayishi ignitronlarda yuz beradi (20 V gacha), bu pasayish tokni ravon roslash va uning barqarorlashuvi uchun zarurdir.

Elektrik hisoblash birlamchi chulg'am sxemasini tanlashdan boshlanadi. Sxema tanlab olingach, hamma bosqichlardagi kuchlanish aniqlanadi.

$U_{2n}/U_{2(n-1)} = \text{const}$ nisbat maqsadga muvofiqdir. Kuchlanishning bosqichlar bo'yicha o'zgarishi geometrik $U_{2(n)} = U_{2(1)} \cdot x^{n-1}$ yoki arifmetik $U_{2(n)} = U_{2(1)} + (n-1) \cdot \Delta U_2$ progressiya bo'yicha yuz berishi mumkin. Ayrim hollarda qatorning maxraji almashlab ulagichning muayyan holatlarida o'zgarishi mumkin.

Tok bosqichli rostlanadigan mashinalar uchun n raqamli roslash bosqichidan $n+1$ raqamli roslash bosqichiga o'tilganda transformatsiya



19.4-rasm. Transformatorning ikkilamchi kuchlanishini roslash sxemasi.

koeffitsiyenti 20—30% dan ortiq kamaymasligi kerak.

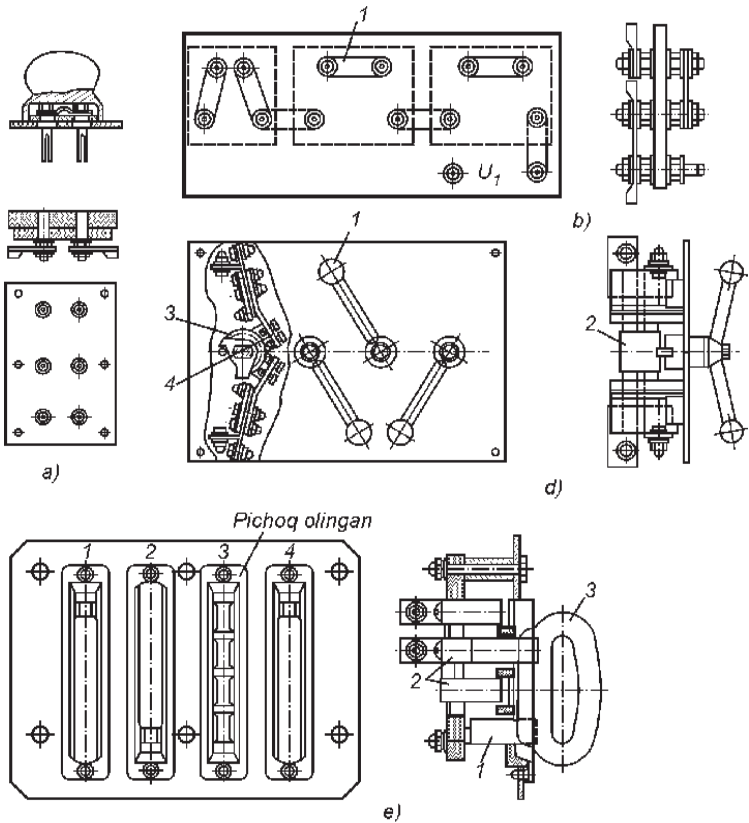
Bosqichlar bo'yicha kuchlanish ma'lum bo'lgach, birlamchi chulg'am o'ramlarining soni aniqlanadi. $w_2 = 1$ bo'lganda eng yaqin yaxlit songacha yaxlitlash va U_{2n} tegishli tuzatishlar kiritish bilan $w_n = U_1/U_{2n}$ bo'ladi. Olingan o'ramlar soni va hisoblangan ikkilamchi kuchlanishlar jadvalda jamlanadi.

Birlamchi va ikkilamchi o'ramlarning kesimlari uzoq muddatli toklar bo'yicha hisoblanadi. Ularning eng katta qiymatlari nominal bosqich bo'yicha qabul qilinadi

Birlamchi chulg'amdanda o'tuvchi hisoblab topilgan uzoq muddatli tok:

$$I_{1n} = k_1(I_{2n} / k_n) \sqrt{UM / 100},$$

bu yerda: k_1 — salt yurish tokining ta'sirini hisobga oluvchi koeffitsiyent.



19.5-rasm. Payvandlash transformatorining bosqichlarini almashlab ulagichlar: a — shtepsel orqali ulanadigan; b — plastinali; d — barabanli; e — pichoqli.

Tajriba malumotlariga ko'ra $k_1 = 1 + 0,005i_0\sqrt{UM / 100}$.

GOST 297—80 ga muvofiq $i_0 = 1,05-1,2$ qilib olinadi.

Istalgan boshqa bosqichdagi birlamchi x tok ushbu formuladan foydalanib hisoblanadi $w_2 = 1/$ da:

$$I_{1x} / I_{1n} = (w_{1n} / w_{1x})^2.$$

Ikkilamchi chulg'amdagi hisoblab aniqlanadigan uzoq muddatli tok boshlang'ich ma'lumotlarda beriladi, qisqa muddatli nominal tok I_{2n} berilgan bo'lganda esa u quyidagi formula yordamida hisoblab chiqariladi:

$$I_{2D} = I_{2n}\sqrt{UM / 100}.$$

Birlamchi q_{1x} va ikkilamchi q_2 chulg'amlarning kesimi tokning zichligini o'rniga qo'yib, ushbu formulalar yordamida hisoblab chiqariladi:

$$q_{1x} = I_{1x}/j_1 \quad \text{va} \quad q_2 = I_2/j_2,$$

bu yerda: j_1 — birlamchi chulg'amdagi tokning joiz zichligi (mis simdan yasalgan, ikkilamchi chulg'amning disklariga zich siqilgan, suv bilan sovitiladigan disksimon chulg'am uchun 2,8—3,2 A/mm²); j_2 — ikkilamchi chulg'amdagi tokning joiz zichligi (mis disklar ko'rinishidagi chulg'amlar uchun sovitish jadalligiga qarab 4,5—15 A/mm²).

Magnit o'tkazgichni hisoblash uning kesimini (m²) quyidagi formuladan aniqlash bilan boshlanadi:

$$S_o = U_{2n}/(4,44fw_2B),$$

bu yerda: B — o'zakdagi induksiya (Tl.) B = 1-2,1 Tl ga teng induksiya po'latning markasi, qalinligi va tayyorlanish usuliga, o'zakning quvvatiga qarab tanlanadi. Listlar yuzasida izolatsiya qatlami borligi sababli o'zakning haqiqiy kesimi kattaroq: $S = S_o/k_o$, bu yerda k_o —o'zakning to'ldirilish koeffitsiyenti bo'lib, odatda $k_o=0,88 — 0,92$ ni tashkil etadi.

O'zak to'rtburchak shaklida bo'lib, tomonlarining nisbati 1 : 2,5. Transformator darchasining o'lchami birlamchi va ikkilamchi chulg'amlarni, zarur izolatsiyalovchi qistirmalarni hamda sovitish naychasini joylashtirishga yetarli bo'lmog'i kerak. Darchaning yuzi ushbu formula yordamida hisoblab topiladi:

$$S_o = \sum q_1 w_1 + \sum q_2 w_2 / k_{D.T.},$$

bu yerda $k_{D.T}$ — darchaning to'ldirish koeffitsiyenti bo'lib, odatda 0,4 — 0,6 ga teng.

Elektrotexnika po'lati standart listini tejamli bichish maqsadida darcha tomonlarining nisbati 2 : 3 qilib tanlanadi.

Chulgʻamlar disklarining namunaviy joylashtirilishi tarmoqlar va ponalarni joylashtirish uchun gʻaltaklar orasida tirqish boʻlishini taʼminlamogʻi lozim ($D=10—14$ mm). Gʻaltaklarning ichki oʻlchami ponalarni oʻrnatish va gʻaltaklarni bemalol kiydirish uchun eni boʻyicha $10—15$ mm hamda uzunligi boʻyicha $20—40$ mm katta boʻladi. Gʻaltaklarning darchada joylashtirilishini tekshirishda darchada gʻaltaklarning balandligi boʻyicha $6—12$ mm tirqish boʻlishiga eʼtibor qaratilishi zarur. Hisoblab boʻlingandan keyin transformatoridagi yoʻqotishlar, uning FIK va sovitilish sharoiti aniqlanadi.

Salt yurish toki I_0 oʻzakning qizishda aktiv yoʻqotishlarni hisobga oladi (aktiv tashkil etuvchi I_{oa} va magnit oqimini yuzaga keltirish uchun reaktiv tashkil etuvchilar (reaktiv tashkil etuvchi I_{or})) hamda quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$I_0 = \sqrt{I_{oa}^2 + I_{or}^2}$$

Aktiv tashkil etuvchi ushbu formula yordamida aniqlanadi:

$$I_{oa} = P_o k_x / U_1,$$

bu yerda: $P_o = p_p G$ salt yurishdagi yoʻqotishlar, Vt; U_1 — birlamchi kuchlanish, V; p_p — poʻlatdagi solishtirma yoʻqotishlar, Vt/kg, $p_p = 1,05-15$, boʻlib, induksiyaga, poʻlatning markasi va qalinligiga bogʻliq; G — oʻzak temirining ogʻirligi, kg; k_x — qoʻshimcha yoʻqotishlar koeffitsiyenti, $k_x = 1,2$

Salt yurish tokining reaktiv tashkil etuvchisi quyidagi formuladan aniqlanadi:

$$I_{or} = \frac{Aw_i I_{or.m} + 0,8 B_c n_T d_T}{k_2 w_b \sqrt{2}}$$

bu yerda: Aw_i — magnit oʻtkazgichning 1 sm uzunligiga toʻgʻri keluvchi magnit yurituvchi kuch; $I_{or.m}$ — kuch liniyasining oʻrtacha uzunligi, sm; B_c — tirqishlardagi induksiya, Tl; n_T va d_T — magnit zanjiridagi tirqishlar soni va kattaligi ($d_T = 0,005$ sm); k_2 — salt yurish tokining kichiklashuvini hisobga oluvchi koeffitsiyent; w_b — oxirgi bosqich birlamchi chulgʻam oʻramlarining soni $1,2—1,8$ Tl ga teng induksiya uchun $k_2 = 1/[(1,9-0,8) B_c]$ ni aniqlash mumkin.

Salt yurish tokining nisbiy qiymati $i_o = I_o 100 / I_1$ GOST 297—80 da koʻrsatilgan qiymatlardan katta boʻlmasligi kerak, yaʼni I_{2k} da 50, 32 va 20% va mos ravishda 2,5, 5 hamda 5 kA dan katta boʻlmogʻi lozim. Payvandlash transformatorining FIK:

$$h = 1 - \frac{\sum P}{(U_2 I_{2n} \cos j_2 + \sum P)} \approx 0,9 - 0,96$$

bu yerda $\sum P = P_{ch} + P_p$ — o'zak po'lati va chulg'amlardagi jami yo'qotishlar;

U_2 — yuklanganda nominal bosqichdagi kychlanish (tashqi tavsif bo'yicha yoki vektorli diagramma bo'yicha aniqlanadi); $\cos j_2$ — ikkilamchi konturdagi quvvat koeffitsiyenti:

$$\cos j_2 = \frac{R_2 + R_{EE}}{\sqrt{(R_2 + R_{EE})^2 + X_2^2}}$$

Transformatorni sovitish uchun zarur bo'lgan suv miqdori (sm^3/s):

$$Q = 0,24P_{PT} / (\Delta T),$$

bu yerda: ΔT — kiradigan va chiqib ketadigan suvning haroratlaridagi farq, $\Delta T = 5 - 10^\circ\text{C}$.

Sovitish tizimi naychasining diametri d_{nay} (sm) diskning qalinligiga teng qilib tanlanadi. Naychadagi suvning tezligi:

$$u_{suv} = 0,01Q / (pd_{nay}^2 / 4) \leq 3 \text{ m/s}.$$

O'zgarmas tok, past chastotali tok va kondensatorli mashinalarning payvandlash transformatorlari asosan bir fazali o'zgaruvchan tok mashinalarining transformatorlari uchun foydalaniladigan formulalar yordamida hisoblanadi, ammo bunda transformatsiya koeffitsiyentlarini, o'ramlar va o'zak kesimini aniqlashda ayrim farqlar bo'ladi.

Tekshirish uchun savollar

1. Payvandlash transformatori qanday vazifani bajaradi?
2. Payvandlash transformatori qanday asosiy uzellardan tuzilgan?
3. Payvandlash transformatorlarida magnit o'tkazgichlarning qaysi turlari qo'llaniladi?
4. Payvandlash transformatorlarida birlamchi chulg'amning qaysi turlari ishlatiladi?
5. Payvandlash transformatorida payvandlash tokini rostdashning qanday usullaridan foydalaniladi?
6. Bosqichlarni almashlab ulash uchun almashlab ulagichlarning qaysi turlari qo'llaniladi?