

Fan nomi: Elektr ta'minoti asoslari

Ma'ruza mashg'ulotini olib boradi: ass. N.N.Niyozov

Lavozimi: ToshDTu "Elektr ta'minoti" kafedrası assistenti

Telefon raqami: +998914022422 **El.pochta:** intention@mail.ru

MA'RUZA №10

TRANSFORMATORLARNING SONI VA QUVVATINI TANLASH

Podstansiyalarda transformatorlarning soni va quvvatini tanlash.

Transformatorlarning sonini tanlash

Korxonaning ratsional elektr ta'minoti tizimini yaratishda BPP va sex podstansiyalaridagi kuch transformatorlarning soni va quvvatlarini texnik va iqtisodiy nuqtai nazaridan to'g'ri tanlash katta ahamiyatga ega. Texnik ko'rsatgichlarga elektr ta'minoti sxemasining ishonchliligi, ekspluatatsiyada qulayligi, jihozlarni uzoq muddatda ishlay olishi, avtomatlashganlik darajasi va h.k. kiradi. Iqtisodiy ko'rsatgichlarni esa asosan boshlang'ich kapital mablag' va yillik sarf-xarajatlar kiradi. Korxona uchun kuch transformatorlarning soni va quvvatlarini tanlashda ikki yoki ko'p variantlar tahlil qilinib, ulardan eng ma'quli olinadi.

Variantlarning iqtisodiy samaradorligini aniqlashda quyidagi formulalardan foydalaniladi:

$$T = \frac{K_B - K_A}{C_A C_B}$$

yoki

$$Z = P_{nom} K + C$$

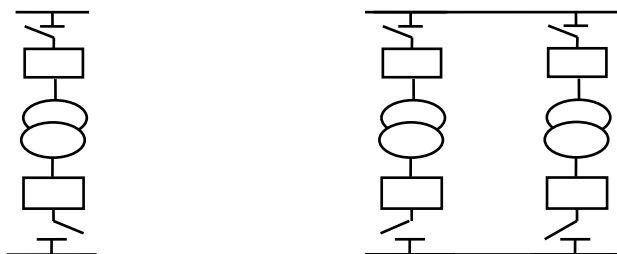
Bu yerda, K_A , K_B - A va B variantlar uchun ketadigan boshlang'ich kapital mablag'lar[ming so'm]; C_A , C_B - ushbu variantlar uchun yillik ekspluatatsiya sarf-xarajatlar[ming so'm/yil]; Z-yillik keltirilgan sarf-xarajatlar; T-chiqimlarni qoplash muddati, bu davrda kapital mablag'i katta bo'lgan variantda yillik ekspluatatsiya sarf-xarajatlarning kamligi hisobiga boshlang'ich mablag'ning qo'shimcha

chiqimlarni qoplanadi. T ga teskari bo'lgan miqdorni iqtisodiy samaradorlik koeffitsienti deyiladi:

$$P = \frac{1}{T}$$

Energetikaning hisob-kitob ishlarida chiqimlarning qoplash me'yoriy (normativ) qiymati belgilangan. Shunga binoan,

$P = \frac{1}{T}$ - me'yoriy iqtisodiy samaradorligi koeffitsienti bo'lib, uning qiymatini 0,15 ga teng deb qabul qilingan. U holda chiqimlarni qoplashning me'yoriy muddati $T = \frac{1}{m} = 6,67$ - yilni tashkil etadi.



10.1-rasm. Kuch transformatorlarning soni va quvvatlarini tanlash.

Korxona elektr ta'minoti tizimidagi transformatorlar tanlanganda ularning ikkita yoki uchta standart quvvatli bo'lishiga erishish maqsadga muvofiqdir. Bunda zahiridagi transformatorlar soni kamayib, buzilganini almashtirishni osonlashadi.

35 kV va undan katta kuchlanishli podstansiyalarning sxemalarida yuqori kuchlanishli tomonlarida o'zgichlar ishlatilmasa ta'minot tizimi katta miqdorda arzonlashadi. Barcha chekka podstansiyalar loyihalashtirilganda yuqori kuchlanishli qismiga uzgichlar o'rniga qisqa tutashtirgichlar va ajratgichlar qabul qilish tavsiya etiladi. Sex podstansiyalarida transformatorlarni yuqori kuchlanishli liniyalariga ayrgichlar yoki ayrgich-saqlagichlar yoki yuklamani o'chirgich-saqlagichlar orqali ulash to'g'ri bo'ladi.

BPP va MTP lardagi transformatorlar soni elektr ta'minotiga bo'lgan ishonchlilik darajasi bilan aniqlanadi. Ko'rsatilgan tasvirda bir va ikki transformatorli podstansiyaning sxemalari keltirilib, ularda yuqori kuchlanishli

ayrgich, uzgich, transformator kichik kuchlanishli uzgich va ayrgichlar ketma-ket ulangan.

Keltirilgan sxemalardan ikkinchisi iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashda ishonchli hisoblanadi. Bir transformator ishdan chiqsa ikkinchisi buzilgan transformatorni ta'mirlash yoki almashtirishga ketadigan vaqt oralig'i uchun 100% li ishonchilikni ta'minlaydi.

Birinchi toifali istemolchilarni ikkita transformatorli podstantsiyalardan ta'minlash zarur bo'lib, har bir transformator ayrim shina seksiyalariga ulanishi kerak. Kichik kuchlanishli ishchi shinalar seksiyalari ham alohida saqlanadi. Bu esa kichik kuchlanishli tarmoqlarning ish sharoitlarini yaxshilab, Q.T. tokining miqdorini ikki marotaba kamaytiradi.

Ikkinchi toifali iste'molchilarni ikki transformatorli yoki bir transformatorli podstantsiyadan(zahiridagi transformatorni biror soat davomida almashtirish imkoni bo'lganda) energiya bilan ta'minlash mumkin.

Uchinchi toifali iste'molchilar zahirada transformator mavjud bo'lganda, bir transformatorli podstantsiyaga ulanishlari mumkin.

Transformatorning quvvatini tanlash

Transformatorlar quvvatlarini hisobiy yuklamalarga mos ravishda qabul qilinadi. Shu bilan birga, transformatorning iqtisodiy ish rejimi va iste'molchilarning elektr ta'minoti bo'yicha ishonchlikni ta'minlashni ham hisobga olinadi. Me'yoriy sharoitda transformatorning yuklamasi uning tabiiy ishlash muddatini qisqartishi kerak emas.

Transformatorning nominal quvvati deganda shunday yuklanish tushuniladiki, unda nominal ish sharoitida, belgilangan ishlash muddati davomida(taxminan 20 yil) transformator uzluksiz ishlay oladi. Transformatorning normal ish sharoitida quyidagi shartlar bajarilishi zarur:

1. Sovutuvchi muhitning harorati - 20°C;
2. Transformator yog'ining o'rtacha harorati atrof-muhit haroratidan 44°C ga(M va D sovutish tizimlari uchun) yoki 36°C ga(DS, S sovutish tizimlari uchun) oshmasligi kerak;

3. Chulg'amning eng qizigan nuqtasidagi harorat uning o'rtacha haroratidan 13°C ga oshmasligi zarur;
4. Q.T. nobudgarchiligini salt ishlash nobudgarchiligiga nisbati taxminan beshga teng bo'lishi kerak;
5. Izolyatsiya harorati o'rtacha(85°C) haroratga nisbatan 6°C o'zgarsa, uning ishlash muddati ikki marotabaga o'zgaradi;
6. O'tish jarayonlarida transformator yog'ining yuza qismidagi harorat 95°C dan, chulg'am metallining eng qizigan qismining harorati esa 140°C dan oshmasligi kerak.

Atrof-muhit haroratining oshishi transformator izolyatsiyasi eskirishini tezlashtiradi. Atrof-muhitning yillik o'rtacha harorati $\theta_{ish.} \neq 5^{\circ}C$ bo'lsa, transformatorning nominal quvvati uning pasportida ko'rsatilgan quvvatdan farqli bo'ladi, ya'ni:

$$S_{n.t} = S_{n.t.i} \cdot \left(1 + \frac{5 - \theta_{ish.}}{100} \right)$$

Bu yerda, $S_{n.t}$ - transformatorning nominal quvvati; $S_{n.t.i}$ – atrof-muhitning harorati $\theta_m=35^{\circ}C$ va o'rtacha yillik harorat $\theta_{o'rt}=5^{\circ}C$ bo'lgan sharoit uchun transformatorning pasportida ko'rsatilgan quvvat.

Atrof-muhit haroratining 35°C dan har bir gradusga oshishi transformatorning nominal quvvatini mos ravishda qo'shimcha 1% ga kamayishiga olib keladi va bu jarayon $\theta_m=45^{\circ}C$ ga davom etadi. Atrof-muhit harorati +45°C dan ortsa, sovutish tizimi ishini jadallashtirish zarur bo'ladi.

Transformatorlar quvvatlarini tanlashda ularning o'ta yuklanish imkoniyatlarini hisobga olish kerak. Aks holda, o'rnatilayotgan transformatorning quvvatini zaruriyatsiz katta qabul qilishga to'g'ri keladi. Eksploatatsiya jarayonida transformatorlarni sistematik yoki favqulotda holatlarda o'ta yuklatish mumkin.

Transformatorni favqulotda(avariya) holatda 5 sutka davomida 40% gacha o'ta yuklatishga ruxsat etiladi. Bunday yuklatishning vaqti har sutkada 6 soatdan oshmasligi kerak. Buning uchun avariya holatigacha transformatorning yuklamasi

uning pasportida ko'rsatilgan quvvatning 0,93 qismidan oshmagan bo'lishi zarur. Qisqa muddatli o'ta yuklanishni miqdorini sovetish tizimi M, DS va S bo'lgan transformatorlar uchun shu rasmda ko'rsatilgan grafik yordamida aniqlanadi.

Transformatorning sistematik ravishda o'ta yuklanish imkoniyati yuklanish grafikining to'ldirish koeffitsientiga bog'liq:

$$K_T = \frac{S_{o'rt.}}{S_M}$$

Bu yerda, $S_{o'rt.}$ - yuklamaning o'rtacha qiymati. S_m - yuklamaning maksimal qiymati.

Maksimal yuklamaning davomiyligi va K_t ning miqdoriga qarab, transformatorning, sutka davomida joiz sistematik o'ta yuklanishning qiymatini aniqlash mumkin. Transformatorning qo'shimcha sistematik yuklamasini quyidagi ifoda orqali ham aniqlash mumkin:

$$S_{qo'sh.} = S_{nom.tr.} (1 - K_T) 0,3$$

Bu yerda, $S_{qo'sh.}$ - transformatorni maksimal yuklanish vaqti uchun joiz qo'shimcha yuklanish miqdori. Bundan tashqari transformatorni yoz faslida kam yuklama bilan ishlaganligini hisobga olib, qishda uni o'tayuklanish mumkin. Yoz davridagi har 1% kam yuklanishga qishda shuncha o'ta yuklanish tavsiya etiladi. Lekin, uning miqdori 15% oshmasligi kerak. Umuman olganda sistematik o'tayuklanishda quyidagi shart bajarilishi talab etiladi:

$$S_T \leq 1,3 \cdot S_{n.tr.i}$$

Bu yerda, S_t - transformatorning yuklamasi. Eksploatatsiya jarayonida transformatorning iqtisodiy ratsional ish rejimini ta'minlash talab etiladi. Bu degani transformatorlarda va butun elektr ta'minoti tizimida aktiv quvvat nobudgarchiligining miqdori eng kam bo'lishi kerak. Bunday nobudgarchilikni keltirilgan nobudgarchilik deb ataladi va u quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\Delta P'_T = \Delta P'_{S.YU.} + K_{yuk}^2 \cdot \Delta P'_{Q.T.}$$

Bu yerda, $\Delta P'_{S.YU.} = \Delta P'_{S.ISH.} + k_{o'z.} \Delta Q_{S.ISH.}$ - transformatorning salt ish rejimi uchun keltirilgan quvvat nobudgarchiligi;

$\Delta P'_{Q.T.} = \Delta P_{Q.T.} + K_{o'z.} \Delta Q_{Q.T.}$ - transformatorning q.t. rejimi uchun keltirilgan quvvat nobudgarchiligi;

$K_{o'z.}$ - nobudgarchilikning o'zgarishi ko'effitsienti;

$\Delta P_{s.yu.}$ - transformatorning yuksiz holatidagi aktiv quvvat isrofi (ma'lumotnomalarda beriladi);

$\Delta P_{q.t.}$ - qisqa tutashuv rejimidagi aktiv quvvat nobudgarchiligi (ma'lumotnomalardan olinadi);

$K_{yuk.} = \frac{S_{yuk.}}{S_{n.tr.}}$ - yuklanish ko'effitsienti;

$S_{yuk.}$ - transformatorning yuklamasi;

$S_{n.tr.}$ - transformatorning pasportida ko'rsatilgan quvvat;

$\Delta Q_{s.yu.} = S_{n.tr.} \frac{I_{s.yu.} \%}{100}$ - transformatorning salt ish rejimidagi reaktiv quvvat;

$\Delta Q_{q.t.} = S_{n.tr.} \frac{U_{q.t.} \%}{100}$ - transformatorning qisqa tutashuv rejimidagi reaktiv quvvat;

$I_{s.yu.} \%$ - salt ish rejimidagi tok (ma'lumotnomalarda beriladi);

$U_{q.t.} \%$ - transformator q.t. rejimida kuchlanish (ma'lumotnomalarda beriladi).

Bu munosabatni quyidagicha yozish mumkin:

$$\Delta P'_T = \Delta P'_{s.yu.} + \frac{\Delta P'_{q.t.}}{S_{n.tr.}^2} S_{yuk.}^2$$

soddalashtirish maqsadida, ushbu belgilashlarni kiritamiz:

$$\Delta P'_{s.yu.} = a; \quad \frac{\Delta P'_{q.t.}}{S_{n.tr.}^2} = b$$

U holda,
$$\Delta P'_T = a + b S_{yuk.}^2$$

Shu formula asosida elektr ta'minoti tizimidagi keltirilgan nobudgarchilik miqdori va elektr yuklama orasidagi bog'lanishini chizishimiz mumkin. Rasmda transformatorlarning alohida va parallel ishlagan holatlardagi aktiv nobudgarchiligining o'zgarish grafiklari keltirilgan.

Keltirilgan grafiklarni tahlili shuni ko'rsatadiki, agar yuklama $0 \div S_1$

oralig'ida bo'lganda birinchi transformator yuklanishi kerak, chunki bu holda birinchi transformatorning keltirilgan aktiv quvvat nobudgarchiligi minimum bo'ladi. Agar $S_1 \leq S_{yu} \leq S_z$ shart bajarilsa ikkinchi transformatorni yuklatish maqsadga muvofiq.

Agar $S_{yu} > S_z$ bo'lsa, ikkita transformatorlarni parallel ulab yuklatilganda nobudgarchiliklarni miqdori kichik bo'ladi.

A nuqtada $\Delta P'_{T1} = \Delta P'_{T2}$ bo'lganligi uchun

$$\text{va } S_{YUK.A} = \sqrt{\frac{a_2 - a_1}{b_1 - b_2}} \text{ yoki } S_{YUK.A} = \sqrt{\frac{a_1 - a_2}{b_2 - b_1}}$$

Podstansiyada bir xil ikkita transformator mavjud bo'lsa,

$$a_1 = \Delta F'_{s.p.}; \quad b_1 = \frac{\Delta P'_{q.t.}}{S_{n.t.i.}^2}$$

$$a_2 = 2\Delta P'_{s.p.}; \quad b_2 = \frac{2\Delta P'_{q.t.}}{(2S_{n.t.i.}^2)^2} = \frac{\Delta P'_{q.t.}}{2S_{n.t.i.}^2}$$

$$S_{YUK.A} = \sqrt{\frac{a_2 - a_1}{b_1 - b_2}} = S_{n.tr.} \sqrt{2 \frac{\Delta P'_{c.yu}}{\Delta P'_{q.t. \square}}}$$

Transformatorlarning soni va quvvatlarini aniqlash

bo'yicha umumiy ko'rsatmalar.

Sanoat korxonalari iste'molchilarining elektr ta'minotida zarur bo'lgan qudratli transformatorlarning soni, quvvati va tiplarini tanlashda quyidagi tartib tavsiya etiladi:

1. Podstansiyada o'rnatiladigan transformatorlarning soni iste'molchilarning elektr ta'minotining ishonchligiga bo'lgan talabidan kelib chiqiladi. Masalan, birinchi toifali iste'molchilar uchun podstansiyaga ikkita transformator o'rnatilishi maqsadga muvofiqdir.

10.2-rasm. Transformator quvvatini iste'molchilar soniga bog'liqligi.

2. Podstansiyadagi transformatorlarni quvvatini hisobiy to'la quvvat asosida tanlanadi.

$$S_{X\Sigma} = \sqrt{P_{X\Sigma}^2 + Q_{X\Sigma}^2}$$

Bu yerda, $P_{X\Sigma}$, $Q_{X\Sigma}$ - korxonaning hisobiy aktiv va reaktiv quvvatlari. $Q_{X\Sigma}$ aniqlaganda korxonada o'rnatilgan reaktiv quvvatini kompensatsiyalovchi qurilmalarining quvvatini hisobga olish kerak. Agar sanoat korxonasining BPP ikkita transformator o'rnatilishi zarur bo'lganda, ularning har birining nominal quvvat quyidagiga aniqlanadi:

$$S_{n.tr.} \geq \frac{S_{X\Sigma}}{2 \cdot 0,7}$$

Avariya holatlar uchun transformatorning o'ta yuklanish imkoniyatini tekshirib ko'riladi:

$$1,4 \cdot S_{n.tr.} \geq S_{X\Sigma}$$

Bu yerda, hisobiy quvvat $S_{X\Sigma}$ aniqlanganda, III toifali iste'molchilar e'tiborga olinmaydi.

Sex podstantsiyalarida transformatorlarni qabul qilishda yuklama zichligini ham hisobga olinadi:

$$\sigma_{\text{ю}} = \frac{S_X}{F}$$

Bu yerda, S_X - sex, korpus yoki bo'limning hisobiy yuklamasi;

F - sex, korpus yoki bo'lim maydonining yuzasi.

Agar $\sigma_{\text{yuk.}} \leq 0,2 \text{ kVA}/\text{m}^2$ bo'lsa, transformatorning quvvati 1000 kVA yoki undan kichik bo'lgani ma'qul $\sigma \leq (0,2 \div 0,3) \text{ kVA}/\text{m}^2$ oralig'ida – 1600 kVA va $\sigma_{\text{yuk.}} > 0,3 \text{ kVA}/\text{m}^2$ da 1600 yoki 2500 kVA li transformatorni qabul qilinishi maqsadga muvofiq bo'ladi.

Transformatorlarni ratsional yuklanish koeffitsientini quyidagicha olish tavsiya etiladi:

Ikki transformatorli podstantsiyalarning yuklamalarida I toifali iste'molchilar ko'pchilikni tashkil etganda, $K_{\text{yu}} = 0,65 \div 0,7$;

bir transformatorli podstantsiyalarda, kichik kuchlanishda boshqa podstantsiyadan rezerv liniya mavjudligida, $K_{\text{yu}} = 0,7 \div 0,8$;

II toifali iste'molchilar ko'pchilikni tashkil qilib, markazlashtirilgan zahirada transformator mavjud bo'lganida yoki podstansiya yuklamalari III toifali iste'molchilardan iboratligida, $K_{yu}=0,9\div 0,95$.

3. Podstansiyadagi transformatorlar quvvatlarining mumkin bo'lgan variantlari, favqulotda holatdagi va sistematik o'ta yuklanishlarni hisobga olgan holda, ko'rib chiqiladi. Belgilangan variantlardan texnik-iqtisodiy ko'rsatgichlari eng optimal bo'lgani qabul qilinadi.

4. Podstansiyaning kelajakda yuklamasini ortishini hisobga olib uning binosi fundamentini yuqori quvvatli transformatorga mo'ljallab bajariladi yoki podstansiyaning qo'shimcha transformator o'rnatish evaziga kengayishini nazarda tutiladi.

Nazorat savolari:

1. Transformatorlarning sonini tanlashda qanday omillar hisobga olinadi?
2. Transformatorlarning quvvatini tanlash qanday amalga oshiriladi?
3. Transformatorning nominal quvvati deganda nimani tushunasiz?
4. Transformatorning normal ish sharoitida qanday shartlar bajarilishi kerak?
5. Avariya holatlar uchun transformatorning o'ta yuklanish imkoniyatini qanday tekshirib ko'riladi?
6. Transformatorlarni ratsional yuklanish koeffitsientini qanday olinadi?