

UO*K 621.3.05(075.8)

KBK 31.27-01ya73

T 71

Toshpo'latov, N.T.

T 71 Elektr tizimlarni loyihalash [Matn] : darslik. N.T. Toshpo'latov.

— Toshkent: «O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati» nashriyoti, 2019.

— 344 bet.

UO*K 621.3.05(075.8)

KBK 31.27-01ya73

Ushbu darslik 5310200 — «Elektr energetikasi» (suv xo'jaligida) bakalavrlari ta'lim yo'nalishining kunduzgi va sirtqi bo'limi talabalari uchun yozilgan bo'lib, undan: elektr uzatish, ta'minlash va tarqatish tizimlari, stansiya va podstansiyalar, elektrotexnik jihozlar va qurilmalarni loyihalash tartibi, talablari, texnik ko'rsatkichlari, loyihalashning hisob usullari, elektr jihozlar va qurilmalarni tanlash shartlari va metodlari haqidagi ma'lumotlar keltirilgan.

Mazkur darslik 18 bobdan iborat bo'lib: loyiha uchun boshlang'ich qidiruv ma'lumotlarni yig'ish va talabnoma tuzish; loyihani bajarish va himoyalashga qo'yiladigan talablar; loyihalashda foydalaniladigan kompyuter dasturlari va texnik vositalar; suv xo'jaligi iste'molchilaridagi elektr yuklamalarning turlari va loyihalash uchun uni hisoblash usullari kabi bo'limlar loyihalash bo'yicha chuqurroq ma'lumotlarga ega bo'lish maqsadida bo'lgan soha xodimlari uchun qimmatli ma'lumotlarni olish imkoniyatini beradi.

Taqrizchilar: **O.X. Ishnazarov** — «O'zbekenergo» AJ «Ilmiy texnik markaz» direktori o'rinbosari t.f.d., prof.,
R.T. Gaziyeva — t.f.n. dotsent

ISBN 978-9943-6171-2-4

© Toshkent irrigatsiya va qishloq xo'jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti, 2019.

© «O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati» nashriyoti, 2019

KIRISH

Respublikamizdagi ishlab chiqarish sohalari va jamiyat taraqqiyotining, iqtisodiy islohotlarni amalga oshishida energetika sohasining salmog'i ulkan. Chunki, fan va texnikaning taraqqiyot mahsuli sifatida energetika resurslaridan, aholi turmush tarzini yaxshilash maqsadida foydalanish ulkan ijobiy natijalarni beradi. Energetik resurslar, ayniqsa elektr energiyasidan to'g'ri va oqilona foydalanishga, kelajakda yechilishi lozim bo'lgan masalalarni hal etishning omili sifatida qarashimiz mumkin. Bunga erishish uchun elektr ta'minot tizimlarini to'g'ri loyihalash, istiqbolli rejalarni belgilashda va kelajakdagi elektr energiyasiga bo'ladigan talab va ehtiyojlarni aniq bashorat qilish elektr tizimlarining loyihalashida asosiy o'rinni egallaydi.

Elektr ta'minot tizimlari puxta reja asosida uzoqni ko'zlab loyihalangan bo'lmasa uni boshqarish va doimiy taxt holatda saqlab turish bir qancha muammolarning tug'ulishiga sabab bo'ladi. Shuning uchun elektr tizimlarini loyihalashda va yuklamalarni hisoblashda kelajak elektr energiyasi iste'moli miqdorini, iste'molchi obyektlar yuklamasi va kategoriyasini, texnologik shart-sharoitlarni, aholi turar joylari va ishlab chiqarish obyektlarining elektr ta'minot tizimiga qanchalik yaqin masofada joylashganligi haqida ma'lumotlarga ega bo'lish muhim.

O'zbekistonning energetik mustaqilligi elektr energetikasi sohasidagi yetuk malakali, tajribali, har qanday holatda va yomon ob-havo sharoitida ham energetik qurilmani boshqara oladigan, yuz beradigan avariya va elektr energiyasi ta'minotidagi uzilishlarni tezkorlik bilan bartaraf eta oladigan mutaxassislariga bog'liq. Ushbu ish, talabalarga ta'lim olish jarayonlari davomida loyihalash bo'yicha ma'lumotlarga ega bo'lish imkonini beradi.

Keltiriladigan ma'lumotlar va yechimini kutayotgan masalalarning mohiyati, elektr tizimida foydalanilayotgan uskunalarning holati, to'g'ri tanlanganligi, ishonchliligi, uzoq muddatli beto'xtov ishlashi, avariya holatlaridan puxta himoya etilganli-

gini o'rganish va elektr energetika sohasidagi yetishib chiqayotgan kadrlarning har tomonlama yetuk mutaxassis, o'z sohasining bilimdoni va barkamol avlodi sifatida shakllanishida asqotadi.

Ishda loyihalashning zamonaviy usullari, loyihalashda e'tiborga molik jihatlar va usullar, zamonaviy texnik va texnologik vositalar, lug'atlar va normativ hujjatlarni o'rganish, elektr sistemalarni loyihalashda ishlatiladigan elektr ulanish, elektr hisob, montaj sxemalar qurishni o'rganish va loyiha uchun talabnomalar, buyurtmalarni tuzish va rasmiylashtirish bo'yicha ma'lumotlar beriladi. Amaliy dars mashg'ulotlarida mavzuga oid masalalar yechiladi va kurs loyihasi bajariladi. Ushbu fanni o'zlashtirish davomida talabalar fandan kurs loyihasini bajaradilar. Kurs loyihasida talaba alohida variant asosida aniq bir obyektning elektr tizimini loyihalaydi va uning uchun mustaqil yechimlar beradi. Bu esa o'z navbatida talabada nazariy bilimning mustahkamlanishini ta'minlaydi.

Fandan olingan bilim va ko'nikmalar asosida talaba bitiruv malakaviy ishini bajaradi.

1. RESPUBLIKAMIZDA ELEKTR ENERGETIKA SOHASINING RIVOJLANISHI, HOZIRGI HOLATI VA KELAJAGI

Respublikamizda 1930-yildan boshlab davlat rejalariga asosan elektrlashtirish va elektr energiyasidan foydalanish bo'yicha tashkiliy va amaliy ishlar kiritilgan. 1940-yilga kelib elektrlashtirishning jadal sur'atlarda rivojlanish fazasiga o'tilib, respublikamiz elektr stansiyalardagi o'rnatilgan quvvatlar bo'yicha va elektr energiyasini ishlab chiqarish va qo'llash bo'yicha qo'shni respublikalar orasida ikkinchi o'rinni egallagan.

Ikkinchi Jahon urushi Respublikamiz elektr energetika sohasining rivojiga salbiy ta'sir ko'rsatdi. 1941-yildagi ko'rsatkich 1940-yilga nisbatan keskin kamaydi va faqat 1945-yilga kelib elektr energiyasini ishlab chiqarish miqdori 1940-yilgi ko'rsatkichga tenglashdi.

Respublika rahbariyatining sa'y-harakatlari natijasida umumiy sanoat, ishlab chiqarish, transport elektr energetikasi rivojlanishi bilan birgalikda qishloq va suv xo'jaligi sohasini elektrlashtirish ham rivojlanib bordi.

Qishloq va suv xo'jaligini elektrlashtirishning dastlabki fazasida: ko'chalar, binolar, xonalar, aholi turar joylarini yoritish rejalashtirilgan edi va bunga erishish uchun kichik kanallar, yirik suv manbalari bo'lgan ariqlarda kichik gidroelektrostansiyalar qurila boshlandi. Ushbu qurilishlar 1953-yilga qadar davom etdi. Bu paytda qishloq va suv xo'jaligi, aholi yashash punktlari kichik gidroelektrostansiya (GES) va texnik stansiyalar orqali energiya bilan ta'minlandi.

1954-yildan boshlab qishloqlarda elektr tarmoqlarini markazlashtirilgan elektr ta'minot tarmoqlariga qo'shish bo'yicha qurilish-montaj ishlari boshlandi va ular korxonalar va shaharlarni elektr energiyasi bilan ta'minlaydigan yirik energosistemaga tarmoqlar sifatida qo'shildi.

Hozirda Respublikaning elektr energiya ta'minoti «O'zbek-energo» aksiyadorlik kompaniyasi (AK) tomonidan amalga

oshiriladi. «O'zbekenergo» AK (aksiyadorlik kompaniyasi) ochiq aksiyadorlik kompaniyasi shaklida tashkil etilgan bo'lib, elektr energetika sanoatini boshqarishning bosh bo'g'ini va mamlakat iqtisodiyotning muhim tashkiliy tuzilmasi hisoblanadi.

Mamlakat aholisini elektr energiyasi bilan ta'minlash kabi asosiy vazifadan kelib chiqib, energetika sohasida yagona texnik boshqaruv tizimi joriy etilgan. «O'zbekenergo» AK o'z mablag'lari va texnik vositalari yordamida loyihalash, qurilish-montaj, sozlash, ekspluatatsiya va ta'mirlash ishlarini amalga oshiradi.

Ayni paytda kompaniya tarkibiga 54 ta korxona va tashkilot kirgan bo'lib, shundan: 41 tasi ochiq aksiyadorlik kompaniyasi, 11 tasi unitar korxona va 2 tasi mas'uliyati cheklangan jamiyati tashkil etadi.

Respublikadagi elektr stansiyalaridagi umumiy o'rnatilgan quvvat 12,4 mln kVt. Shuning 12,0 mln kVt ni 39 ta issiqlik va gidroelektrostansiya (IES, GES)lar ulushiga to'g'ri keladi. Boshqa tashkilotlar tasarrufidagi va korxonalardagi xususiy elektr stansiyalarning o'rnatilgan quvvat ulushi esa atigi 0,4 mln kVt ga yoki 3% ga teng.

Ishlab chiqariladigan elektr energiyasining 90%, kompaniyaning umumiy o'rnatilgan quvvati 10,6 mln kVt bo'lgan, 10 ta yirik issiqlik elektrostansiyalari ulushiga to'g'ri keladi. Kompaniyaga qarashli suv oqimlari yordamida elektr energiyasini ishlab chiqaruvchi 29 ta gidroelektrostansiyalarning quvvati 1,4 mln kVtga teng va ular yagona GES kaskadlariga birlashtirilgan.

Kompaniyaga qarashli turlicha kuchlanishdagi elektr tarmoqlarining umumiy uzunligi 238,5 ming kilometrdan ortiq.

Hozirgi kunda kuchlanishi 35–500 kV li podstansiyalardagi transformatorlarning o'rnatilgan quvvati 37967,9 MVA ni tashkil etadi.

2011-yilda kompaniya tomonidan 51,2 mlrd kVt soat elektr energiyasi ishlab chiqarilgan, shundan: IES larda – 45,5 mlrd kVt soat, GES larda – 3,9 mlrd kVt soat. Shu bilan birga aholi turar joylari, madaniy-maishiy dam olish muassasalari, kasalxonalar,

zavod va fabrikalar, sanoat va ishlar chiqarish iste'molchilarga 9,2 mln Gkal issiq suv ham qo'shimcha yetkazib berilgan.

Kompaniya tarkibida elektr va issiqlik energiyasini ishlab chiqarish uchun birlamchi energoresurslar va gaz yordamida isitish 92% ni tashkil etadi, qolgan ulushni qoplash uchun mazut va ko'mirdan foydalaniladi.

2011-yilda elektr energiyasi ishlab chiqarish uchun 3,6 mln tonna ko'mir va 221 mln m³ gaz iste'mol qilingan.

Energetik quvvatlarning mutanosib va bir maromda o'sishi uchun «O'zbekenergo» AK yaqin kelajakdagi texnik-iqtisodiy rivojlanishida energetika sohasidagi reformalarni davom ettirimoqda. Ushbu reformalar, yangi texnika va texnologiyalarni joriy etish, kelajakdagi rivojlanishni ta'minlash uchun investitsiya loyihalarini joriy etish, yangi texnika va texnologiyalarni qo'llab energetika korxonalarini modernizatsiyalash, elektr energiyasini uzatishning samarador, ishonchli va tejamkor ish tarzini ta'minlovchi sxemalarni joriy etish, elektr liniyalar va tarmoqlarni ortiqcha yuklanishdan saqlash kabi barqaror chora-tadbirlarga qaratilgan.

Shunga muvofiq kuchlanishi 500 kV li Sirdaryo IES – Sug'diyona podstantsiyasi oraliq'idagi havo liniyasini qurish loyihasi boshlangan. Loyiha amalga oshgach, nafaqat elektr iste'molchi obyektlarni elektr energiyasi bilan ta'minlash, balki elektr energiyasini uzatish xarajatlari ham kamayishiga erishiladi.

Bir vaqtning o'zida bir qator kuchlanishi 500 kV li havo liniyalarni qurish rejalari bo'yicha loyihalar amalga oshirilmoqda. Bunga Farg'ona vodiysini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun qurilishga tayyorlab, amalga oshirilayotgan 500 kV li «Yangi Angren» TIES dan «O'zbekiston 500 kV» podstantsiyasigacha bo'lgan uzunligi 165 km li «O'zbekiston» havo liniyasi qurilishi misol bo'la oladi.

Elektr energiyasining sarfi va me'yorlarini o'rganish maqsadida kompaniya tomonidan 2011-yildan boshlab «Elektr energiyasi

yasi sarfini hisoblash va nazorat qilishning avtomatlashtirilgan tizimi» joriy etilgan. Ushbu tizim O'zbekenergo AK korxonalarida elektr energiyasini hisoblash, nazorat qilish va o'lchashda aniqlik sinfi yuqori, kompyuter bilan boshqariladigan, qulay hamda yagona boshqaruv tizimi izmida ishlash imkoniyatiga ega bo'lgan, energiya sarfini me'yorlash, tejash, hisobotlarni elektron axborot tizimi orqali olish kabi ustunliklarga ega.

Investitsiya loyihalarini joriy etishda loyihalarda tanlanadigan va ishlab chiqarishga joriy etiladigan uskunalarning atrof-muhitga chiqaruvchi zararli gazlar va chiqindilarning minimal miqdordaligi, texnologik uskunalarning mukammalligi va yuqori samaradorligi, uzoq muddatli va to'xtovsiz ish tartibida ishlashi, muqobil va qaytadan tiklanayotgan energiya manbalarining kengroq joriy etilishiga jiddiy e'tibor beriladi.

Hozirgi paytda atrof-muhitga ko'rsatadigan zararli ta'sirlardan xoli bo'lgan «Toza rivojlanish mexanizmi» «Kioto bayonnomasi»ning a'zosi bo'lgan milliy qo'mitaga sakkizta loyiha taqdim etilgan. Ushbu loyihalar amalga oshirilgach atmosfera-ga chiqariladigan zararli gazlarning miqdori yanada qisqarishiga erishiladi. Shu sababli kompaniya ekologik musaffollik talablari yuqori, o'ta samarador, texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari ustun bo'lgan investitsiya loyihalarini joriy etishga katta e'tibor qaratmoqda.

Ayni paytda kompaniya mutaxassislari va xalqaro tashkilotlar hamkorligida atrof-muhitga zararli ta'sirlari juda oz bo'lgan muhim energetik loyihani amalga oshirish ustida ish olib bormoqdalar. Ushbu loyihani amalga oshirish barobarida Tallimarjon IES dan Samarqand viloyatidagi kuchlanishi 500 kV li havo liniyasi vositasida «Sug'diyona-500» podstantsiyasini elektr energiyasi bilan ta'minlanadi. Quriladigan uzunligi 218 km li kuchlanishi 500 kV li havo liniyasi Qashqadaryo va Samarqand viloyatlari hududidan o'tkaziladi (1.1-rasm).

Loyiha elektr energiyasi uzluksizligini ta'minlash, elektr energiyasining tannarxini pasaytirish, Samarqand va Buxoro

viloyatlari kabi markaziy hududlarni uzluksiz, sifatli elektr energiyasi bilan ta'minlash imkonini beradi.

Shu bilan birga Samarqand, Buxoro va Qashqadaryo viloyatlaridagi suv xo'jalik obyektlari, sanoat korxonalari va aholi turar joylari elektr energiyasi bilan uzluksiz ta'minlanadi.

Ushbu loyihani amalga oshirilishida 2011-yilda Jahon banki tomonidan 120 million AQSH dollari miqdoridagi mablag' ajratilgan. Jahon bankining asosiy talablaridan biri ham amalga oshiriladigan loyihalardagi atrof-muhit musaffoligiga ko'rsatiladigan salbiy oqibatlar oldini olishdir. Ushbu loyiha 2011–2012-yillarda bajariladi [1,2].



1.1-rasm. Kuchlanishi 110/10 kV li quvvati 16 000 KV li moy transformatorli podstansiya.

«O'zbekenergo» AK mutaxassislari tomonidan texnik iqtisodiy asoslanmani tayyorlashda atrof-muhit musaffoligiga jiddiy e'tibor qaratilgan. Loyiha tashkilotchilari bilan hamkorlikda «Atrof-muhitga ta'sirni baholash» haqidagi hujjat Respublika «Atrof-muhit-

ni himoyalash» Davlat Qo'mitasi tomonidan ishlab chiqilgan va tasdiqlangan.

Elektr ta'minot liniyalarining atrof-muhitga ko'rsatadigan salbiy ta'sirini baholashda Respublikamiz hududida joylashgan barcha liniyalarning umumiy uzunligini bilish maqsadga muvofiq. Hozirda kuchlanishi 500 kV li havo liniyalarining uzunligi 1850 km, 220 kV li liniyalar 6200 km, 110 kV li liniyalar 1530 km, 35–10–6,0 kV li liniyalar 228900 km, 10–6,0–0,4 kV li tarmoqlar 137340 km ni tashkil etadi (1.2- va 1.3-rasmlar).



1.2-rasm. Kuchlanishi 110 kV li havo liniyasi.

Ushbu liniyalarning atrof-muhitga ta'sirini o'rganish va zararli oqibatlarini kamaytirish uchun har bir regiondagi muhitning holatini o'rganish va loyihalanadigan liniyalarni zararli oqibatlardan xoliligini ta'minlash, yechilishini kutayotgan galdagi vazifalar qatoriga kiradi.

Respublikamiz Prezidentining sa'y-harakatlari bilan 2007-yilda O'zbekiston Respublikasi hukumati va «Osiyo Taraqqiyot ban-

ki» bilan «Texnik kelishuv» hujjatlari imzolandi. 2007–2014-yillar uchun suv xo'jaligi sohasini rivojlantirish va qayta jihozlash uchun 85 mln va «Osiyo Taraqqiyot fondi» tomonidan 15 mln, jami 100 mln Amerika Qo'shma Shtatlari dollari miqdorida imtiyozli kredit ajratilgan.



1.3-rasm. A 300 elektr o'tkazichidan qurilgan kuchlanishi 35 kV li elektr ta'minot tarmog'i.

Hozirda, 2008-yilda «Osiyo Taraqqiyot banki» va O'zbekiston Respublikasi Qishloq va suv xo'jalik vazirligi o'rtasida imzolangan «Texnik kelishuv» hujjatlariga asosan Amu-zang suv majmuasi va nasos stansiyalari tizimini (Amu-zang — I va Bobotog' nasos stansiyalari va ularga tutash kanallar) qayta jihozlash bo'yicha tender hujjatlari ishlab chiqilgan va loyihani amalga oshirish bo'yicha qurilish-montaj ishlari jadal sur'atlarida olib borilmoqda.

Samarqand viloyatidagi «Narpay», «Chorvador», «Turkiston» va «Suvli»; Namangan viloyatidagi «Buloqboshi» va «Qizil Ravot»; Farg'ona viloyatidagi «Beshariq», «Furqat – 1» va «Dang'ara» nasos stansiyalarini qayta jihozlash bo'yicha tender hujjatlari Respublikamiz olimlari va xorijiy mutaxassislar hamkorligida tayyorlangan va hozirda u qayta jihozlangan (1.4- va 1.5-rasmlar).

Hozirgi kunda yuqorida sanab o'tilgan obyektlar yangi loyihalar asosida Xitoy xalq respublikasining «IPPR» kompaniyasi va Yaponiya davlatining «KUBOTA» kompaniyalari tomonidan qaytadan qurilgan va zamonaviy elektr va mexanik jihozlar bilan jihozlangan. Ushbu nasos stansiyalarida barcha jarayonlar kompyuter dasturlari asosida «SKADA» tizimi orqali boshqariladi.



1.4-rasm. Farg'ona viloyatidagi qayta qurish rejasiga kiritilgan «Dang'ara» nasos stansiyasining umumiy ko'rinishi.

Yuqorida qayd etilgan ma'lumotlar asosida Respublikamizda qishloq va suv xo'jaligi sohasi, qishloq aholi yashash punktlari, qishloq xo'jalik mahsulotlarini ishlab chiqarish korxonalarida, rivojlanishning keyingi fazasi bo'lgan zamonaviy elektr uskunalari va qurilmalarni joriy etish bo'yicha zamonaviy loyihalarni amaliyotga tatbiq etish jarayoni jadal sur'atlarda davom etayotganligi «Elektr ta'minot tizimlarini loyihalash» fanining kelajakda ham nechog'liq muhimligidan dalolat beradi.



1.5-rasm. Farg'ona viloyatida qayta qurish loyihasi asosida yangidan qurilib jihozlangan «Dang'ara» nasos stansiyasi.

Nazorat savollari:

1. O'zbekistonda dastlab qaysi elektrostansiyalar qurilgan?
2. Ishlab chiqariladigan elektr energiyasining necha foizi issiqlik elektrostansiyalari ulushiga to'g'ri keladi?
3. Suv oqimlari yordamida elektr energiyasini ishlab chiqaruvchi nechta gidroelektrostansiya mavjud va ularning quvvati qancha?

4. Hozirda kuchlanishi 500 kV li qanday havo liniyalarini qurish loyihasi olib borilmoqda?

5. «Yangi Angren» TIES dan «O'zbekiston 500 kV» podstantsiyasigacha bo'lgan «O'zbekiston» havo liniyasining uzunligi qancha?

6. Atrof-muhitga ko'rsatadigan zararli ta'sirlardan xoli bo'lgan «Toza rivojlanish mexanizmi» «Kioto bayonnomasi»ning mazmun-mohiyati nimada?

7. «Osiyo Taraqiyot banki» va O'zbekiston Respublikasi Qishloq va suv xo'jalik vazirligi o'rtasida imzolangan «Texnik ke-lishuv» hujjatlariga asosan qanday rekonstruksiya loyihalari amalga oshirilmoqda?

2. SUV XO'JALIGI ELEKTR TA'MINOT TIZIMLARINI LOYIHALASH

2.1. Loyihalashning umumiy masalalari

Elektr iste'molchilarni sifatli va uzluksiz hamda energiya tejamkor tartibda elektr energiyasi bilan ta'minlash har bir korxona uchun joriy etilgan asosiy talab hisoblanadi. Shu sababli elektr ta'minot sohasining mutaxassislari loyihalash bo'yicha bir qator har xil savollarga javob topa oladigan va yechim beradigan mutaxassislar bo'lishi shart. Loyihalash bo'yicha injener mutaxassis sifatida loyihalash paytida mavjud obyektning loyihasini bajarishda: texnik, texnologik foydalanish va energiya tejamkorligi bo'yicha ustun tomonlarini tatbiq etilishi lozim.

Elektr sistemalarni loyihalash bo'yicha asosiy masalalar tarkibiga quyidagilarni kiritish mumkin: elektr ta'minot tizimlarining samarali sxemalari va konstruktiv jihatdan ustunini tanlash; elektr yuklamalarni aniqlash va hisoblash; elektr energiyasi va quvvat isrofini hisoblash; reaktiv quvvatni kompensatsiyalash; talab etiladigan kuchlanish sifatini ta'minlash; transformatorlarning talab etiladigan soni va quvvatini tanlash; himoya uskunalari va o'tkazgich kesimini tanlash; iste'mol qilinadigan quvvatni va elektr energiyasi miqdorini hisobga olish; elektr energiyasidan samarali foydalanish.

Elektr sistemalarni loyihalashga tizimli yondashish yuqori samara beradi. Bunda suv xo'jalik elektr ta'minot tizimlari yagona energiya ta'minot tizimining bir bo'lagi ko'rinishida qabul qilinadi. Elektr ta'minot tizimlarining ishonchli va iqtisodiy tejamkor holatda qurilishi elektr energetika sohasidagi ilg'or texnika va texnologiyalarni kengroq joriy etgan holda asoslanishi ko'zda tutiladi.

Elektr tizimlarni loyihalashda kam mehnat, vaqt va material sarfini talab etadigan texnologiyalarni joriy etish kabi muhim masalalarga e'tibor qaratish muhimdir.

Dastavval loyihalarda, ishlarni maksimal darajada kompyuter texnikasi vositasida bajarishga, qurilish-montaj ishlarida mashina va mexanizmlardan imkon qadar samarali foydalanishga, qo‘l mehnati ishtirokini qisqarishiga erishishga, nodir va qimmatbaho metallar, yog‘och materiallari sarfini kamaytirishga, temir-beton va tayyor qurilish-montaj materiallari va moslamalaridan kengroq foydalanishga e‘tibor qaratish lozim.

Loyiha obyektlarining navbat bilan ketma-ket qurilishiga erishish uchun loyihalarni bir nechta etaplarga ajratib loyihalandi. Bunda loyiha obyektidagi umumiy quvvatga erishish uchun qurilishning navbatlarini to‘g‘ri belgilash va uni vaqtida bajari-lishiga erishish shart. Agar nasos stansiyalarida qurilish 10 yilga mo‘ljallagan bo‘lsa uni etaplarga ajratishda quyidagi ko‘rinishdagi navbatlar belgilanishi mumkin: loyiha va smeta hujjatlarini tayyorlash; qurilish tashkilotini tayinlash, qurilish muddatlarini belgilash, material va qurilmalarni sotib olish, tashib keltirish, o‘rnatish, montaj qilish, sinash, sozlash, topshirish va qabul qilish «Akt»lari va hujjatlarni tayyorlash va ishchi guruhga topshirish, toshirish-qabul qilish hujjatlarini imzolash va obyektни foydalanishga topshirish.

Hozirgi kunda mamlakatimizda loyihalash va qurilish montaj ishlari uchun zamonaviy texnologiyalar va usullar joriy etilgan. Bunga misol tariqasida qurilish-montaj ishlarining samaradorligini oshirish, yangi texnika va texnologiya asosida qurilmalarni tanlash va o‘rnatish va eng asosiysi qurilish ishlarini tender tanlovlari asosida olib borish joriy etilgan. Ushbu loyihalarni amaliyotga joriy etish uchun Buyurtmachi korxonaning o‘z ichki mablag‘lari, bank yoki homiy tashkilotlar tomonidan chetdan Buyurtmachiga ajratiladigan mablag‘lar yoki chet el sarmoyadorlari tomonidan beriladigan kreditlardan foydalanish mumkin.

Bunda obyekt qurilishi uchun texnik iqtisodiy asoslangan tender hujjatlari ishlab chiqiladi, tender hujjatlari maxsus ekspertizadan o‘tkaziladi va tender tanlovi e‘lon qilinadi. Tender tanloviga qatnashuvchi kompaniyalar tomonidan tender hujjatlari

sotib olinib, kontrakt hujjatlari tayyorlanadi. Kontrakt hujjatlari loyihani amalga oshirish uchun kerakli bo'lgan texnika, texnik vositalar, ishchi kuchi, sarf-xarajatlar, qaysi uskuna qaysi mamlakatdan sotib olinadi va shunga o'xshash bir qancha ma'lumotlar bayon etiladi. Tender tanloviga hujjatlarni topshirish muddati tugagandan so'ng (odatda 40–45 kun) tender hujjatlari Buyurtmachi tashkilot tomonidan tayinlangan ishchi guruh o'rganib chiqadi va tender tanlovini yutgan kompaniya nomini e'lon qiladi. Tender tanlovida kontraktni yutgan kompaniya yoki tashkilot hujjatlarni rasmiylashtirgandan so'ng loyihani amalga oshirishga kirishadi.

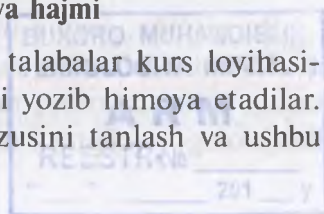
Kontrakt sohibi bo'lgan kompaniya tomonidan loyihani amalga oshirish uchun kerakli bo'lgan ishchi loyiha ishlab chiqiladi. Buyurtmachi va Pudratchi (tenderni yutgan kompaniya) «Ishchi loyiha»ni amalga oshirish grafigini ishlab chiqadi va tasdiqlaydi.

Hozirda nasos stansiyalarini qayta qurish va zamonaviy qurilmalar bilan jihozlash uchun Osiyo Taraqqiyoti banki tomonidan 100 mln dollar sarmoya kiritilgan va u yuqorida bayon etilgan tartibda amalga oshirilmoqda.

Yangidan qurilayotgan yoki qaytadan jihozlanayotgan nasos stansiyalari loyihasini amalga oshirishda mablag' tejamkorligiga erishish, nasos stansiyalarining ish samaradorligini oshirish, suv tanqisligi masalalarini inobatga olgan holda suv oqimiga bog'liq holda ishlaydigan elektronasos agregatlarini tanlash va o'rnatish (nasos validagi parraklar burchagini o'zgartirish, elektrodvigatel aylanish tezligini chastota yordamida pasaytirish yoki oshirish, aktiv quvvat koeffitsientini ko'tarish, elektrodvigatellarni reaktor vositasida ravon ishga tushurish) kabi muammoli sanalgan masalalarga kengroq o'rin berilmoqda.

2.2. Loyihaning tarkibi va hajmi

Ushbu fanni o'zlashtirish jarayonida talabalar kurs loyihasini bajaradilar va bitiruv malakaviy ishini yozib himoya etadilar. Talabalar tomonidan kurs loyihasi mavzusini tanlash va ushbu



mavzu bo'yicha bitiruv malakaviy ishlarini ham bajarish fanni amaliy jihatdan chuqurroq o'zlashtirish imkonini beradi.

Talaba kurs loyihasi va bitiruv malakaviy ishini aniq biror obyekt misolida bajaradi. Shu sababli birlamchi ma'lumotlar, materiallar, texnik ko'rsatkichlar va yechimlarni o'zi tanlagan mavzu bo'yicha bajarilgan obyektning loyihasidan olishi mumkin. Bu holat talabaning ishini bajarish paytida tug'iladigan ko'pgina savollariga javob topish imkonini beradi.

Shuning uchun loyihaning tarkibi va hajmi haqida so'z yuritilganda loyihalash tashkilotining injener texnik xodimlari tomonidan bajarilgan «Tashqi elektr ta'minot» loyihasi, «Texnologik jarayonni mukammallashtirish» loyihasi, «Ishlab chiqarish jarayonlarini modernizatsiyalash» kabi ko'rinishdagi biror-bir obyektning loyihasi hajmi haqida fikr yuritiladi.

Institutda tahsil olayotgan talabalar tomonidan esa ushbu obyektlar bo'yicha kurs loyihasi yoki bitiruv malakaviy ishi bajariladi. Shu sababli uning tarkibi va hajmi boshqacha bo'lishi mumkin.

Loyihaning tarkibi va hajmi haqida so'z yuritilganda, kurs loyihasi, bitiruv malakaviy ishi yoki ishlab chiqarish obyektining loyihasi turlicha bo'ladi.

Agar ishlab chiqarish obyektining elektr ta'minoti yoki aholi turar joy obyektlarining tashqi elektr ta'minot tizimini loyihalash ishlari bajarilgan bo'lsa u holda quyidagi masalalariga yechim beriladi.

Misol tariqasida «Toshkent viloyati Parkent tumani «Kumushkon» qishlog'idagi tashqi elektr ta'minot tizimlari loyihasi»ni ko'rib chiqamiz.

2.2.1. Loyihaning bayon qismi

Bu qismda, loyiha obyektining hozirgi kundagi holati, tashqi elektr tizimlarning holati, quvvati va yuklamalarni hisoblash, tashqi elektr ta'minot manbai haqidagi ma'lumotlar, obyektning kelajakdagi rivojlanish rejasi haqidagi ma'lumotlar keltiriladi.

U quyidagicha bayon etiladi:

Toshkent viloyati Parkent tumaniga qarashli Kumushkon qishlog'ida sanoat korxonalari rivojlangan, aholi turar joylari tig'iz joylangan. Uni kuchlanishi 110/35/6 kV li «Kumushtog'» podstansiyasi elektr energiyasi bilan ta'minlaydi.

Podstansiya «Tolbuloq», «Nomdanak», tekstil zavodlari, g'isht zavodlari va «Kumushkon» aholi turar joylarini, nasos stansiyalari va sanoat obyektlarini elektr energiya bilan ta'minlaydi. Podstansiyaning elektr ta'minot hududida bir qancha suv va qishloq xo'jaligi elektr iste'molchilari joylashgan.

Podstansiyaning 6 kV kuchlanishli tomonida 8 ta yacheyka o'rnatilgan. Podstansiya quyidagi tarmoqlar (fidyerlar) orqali elektr energiyani iste'molchilarga uzatadi: «Kumushkon», «Nomdanak», «Tolbuloq», «G'isht zavodi №1», «G'isht zavodi №2», «G'isht zavodi №3», «Tekstil fabrikasi №1» va «Tekstil fabrikasi №2» fidyerlari [12].

Fidyerlar quyidagi elektr iste'molchilarni elektr energiya bilan ta'minlaydi:

1. «Kumushkon» fidyeri: 7 ta 6/0,4 kV transformator podstansiyasiga elektr energiyasini beradi. Elektr iste'molchilarning umumiy quvvati 890 kVt. Transformator punktlari «Kumushkon» va «Kulbuloq» qishlog'i aholi turar joylarini va qishloq hududida joylashgan sanoat, ishlab chiqarish korxonalarini va sug'orish nasos stansiyalarini elektr energiya bilan ta'minlaydi.

2. «Nomdanak» fidyeri: «Nomdanak» qishlog'idagi obyektlarga elektr energiyasini yetkazib beradi. Fidyerdagi 4 ta kuchlanishi 6/0,4 kV bo'lgan transformator punkti o'rnatilgan. Fidyerning uzunligi 18 km. Iste'molchilarning umumiy o'rnatilgan quvvati 411 kVt. Ushbu TP lar aholi yashash punktlari, fermer xo'jaliklari va nasos stansiyasiga yaqin hududda o'rnatilgan va sug'orish nasos stansiyalarini elektr energiya bilan ta'minlaydi.

3. «Tolbuloq» fidyeri: 6 kV kuchlanishli bo'lib 5 ta kuchlanishi 6/0, 4 kV li transformator punktlarini elektr energiyasi bilan ta'minlaydi. Iste'molchilarning o'rnatilgan quvvati 352 kVt, uzunligi 12 km.

4. «G'isht zavodi №1» fidyeri: 1-sonli g'isht zavodidagi elektr iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlashga qaratilgan. Fidyerga ulangan iste'molchilarning umumiy o'rnatilgan quvvati 283 kVt, uzunligi 11 km.

5. «G'isht zavodi №2» fidyeri: 2-sonli g'isht zavodini elektr energiyasi bilan ta'minlaydi. G'isht zavodida 3 ta transformator o'rnatilgan, umumiy quvvati 750 kVA. Fidyerning uzunligi 13 km.

6. «G'isht zavodi №3» fidyeri: «Kumushkon» qishlog'idan 7 km masofada joylashgan 3-sonli g'isht zavodini va suv ta'minoti nasos stansiyasini elektr energiyasi bilan ta'minlaydi. G'isht zavodida 2 ta quvvati 250 kVA li transformator o'rnatilgan. Fidyerning uzunligi 18 km.

7. «Tekstil fabrikasi №1» fidyeri: tekstil fabrikasidagi ishlab chiqarish iste'molchilarini elektr energiyasi bilan ta'minlaydi. Tekstil fabrikasidagi iste'molchilarning umumiy quvvati 720 kVt. Uzunligi 9 km.

8. «Tekstil fabrikasi №2» fidyeri: tekstil fabrikasidagi ishlab chiqarish iste'molchilarini elektr energiyasi bilan ta'minlaydi. Ushbu fidyer zaxira manba sifatida qurilgan bo'lib tekstil fabrikasidagi iste'molchilarni «Tekstil fabrikasi №1» fidyeri ishdan chiqqan paytda elektr energiyasi bilan ta'minlaydi. Iste'molchilarning umumiy quvvati 720 kVt. Uzunligi 9 km.

Parkent tumaniga qarashli Kumushkon qishlog'ida hozirgi kunda bir qancha elektr iste'molchi obyektlar mavjud. Loyiha obyektlaridagi elektr iste'molchilarning joylashuvini Internetdagi «GoogleEarth» dasturi yordamida yer yo'ldoshidan olingan fotosuratlardan o'rganish mumkin (2.1-rasm). Rasmdan «Kulbuloq» qishlog'idagi ixtiyoriy ravishda qurilgan obyektlar ko'rinib turibdi. Qishloqning azaldan aholi istiqomat qilgan hududida uylar tartibsiz qurilgan. Uylar orasidagi masofa turlicha, elektr yuklamaning taqsimlanishi ham notekis. Kuchlanishi 0,4 kV li tarmoqlarda simmetrik rejim buzilgan. Kuchlanish isrofi ruxsat etilgan qiymatdan yuqori. Qishloqdagi elektr energiyasi ta'minotining tez-tez uzulib turishi, transformator faza chulg'amlarining kuyishi, moyning qaynashi va bir necha marotaba ta'mirlanganligi bundan dalolat beradi.

Tuman ta'mirlash ustaxonasining ma'lumotlariga ko'ra «Kumushkon»dagi № 3 transformator punkti 3 yil davomida 2 marta ta'mirlangan.

Ta'mirlash paytida transformatorning o'rta chulg'ami kuyganligi qayd etilgan. Elektr energiyasini uzatish va nazorat qilish bo'limining ma'lumotiga ko'ra elektr energiyasiga haq to'lash va qarzdorlik bo'yicha farq juda katta. Ayniqsa ruxsat etilgan isrof darajasi 7,5% bo'lishiga qaramasdan, haqiqatda kuchlanishning isrofi 10–12% ni tashkil etadi.

Qishloqdagi elektr iste'molchilarning turlichaligi uy va hovli-lardagi elektr iste'molchilar yuklamasi bir-biridan 4–6 marta farq qilishi hozirgi kunda elektr tarmoqlardan foydalanishni murakkablashtirmoqda. Bu holat elektr energiyasi sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi va qishloq aholisi bundan norozi. Shu sababli ushbu uylarning plan asosida qurilishi uchun «Tuman yer tuzish va loyihalash» korxonasi tomonidan yangi «Bosh plan» ishlab chiqilgan va yosh oilalarga ushbu hududdan yer uchastkalari ajratilmoqda. Hududni «Google Earth» dasturi yordamida Yer yo'ldoshidan olingan fotosuratlardagi korinishi (2.2-rasm).



2.1-rasm. «Kulbulog» qishlog'idagi elektr iste'molchilar (1), transformator punkti (2) va elektr liniyalarning (3) joylashuvi.

2.2.2. Obyektdagi elektr iste'molchilarning yuklamasini hisoblash

Obyektdagi elektr yuklamalarni hisoblash uchun kuchlanishi 10/0,4 kV li transformator punktidan ta'minlanuvchi elektr iste'molchilarning yuklamasi hisoblanadi. Buning uchun hududda joylashgan obyektlarni elektr energiyasi bilan ta'minlovchi transformator punktlarining elektr iste'molchilar yuklamasiga bog'liq bo'lgan yuklamasini hisoblash kerak. Suv xo'jalik ishootlari qishloq joylarida joylashganligi va aksariyat hollarda u yerdagi aholini va elektr iste'molchi obyektlarni suv bilan ta'minlash uchun xizmat qilishga qaratilgan. Suvni tejash, suvga bo'lgan ehtiyojni to'la qondirish maqsadida nasos stansiyalari va yer ostiga cho'ktirilgan yer osti suv nasoslari aholi turar joylari hududiga joylashtiriladi. Aholi turar joylari va nasos stansiyalarining quvvati solishtirilganda ko'pchilik hollarda umumiy aholi ehtiyojiga nisbatan nasos stansiyalaridagi yuklama kattaroq ulushni tashkil etadi va u aholi foydalanayotgan transformator punktidan elektr energiyasi bilan ta'minlanadi. Shu sababli suv xo'jalik obyektini loyihalashda suvga ehtiyojmand bo'lgan aholi turar joylari va ishlab chiqarish obyektlari ham nazarda tutiladi.



2.2-rasm. «Kumushkon» qishlog'idagi obyektlarning joylashuvi (Google Earth dasturi).

Suv xo'jaligi obyekti va qishloq joylaridagi elektr iste'molchilari kuchlanishi 10/0,4 kV li transformator podstansiyasining 0,4 kV li elektr tarmog'iga 2.2-rasmda ko'rsatilgan tartibda ulangan. Iste'molchilarning kunduzgi va tungi yuklamalari har bir obyekt ostida P_{kun}/P_{tun} ko'rinishida berilgan. Elektron asos qurilmasining yuklamasi elektr dvigatel quvvatiga teng. Hisoblash ma'lumotlari 2.1-jadvalda berilgan.

Rasmda ko'rinib turganidek binolar va boshqa obyektlar ko'chalar bo'ylab qurilgan va ularni ta'minlash uchun havo liniyalaridan foydalanilgan. Havo liniyalari 25–30 yil avval qurilganligi bois ular eskirgan, simlarning kesim yuzasi kelgusida talab etiladigan yuklamani ta'minlab bera olmaydi. Kelgusida yangi obyektlarning qurilishi, binolar va korxonalarning yangi elektr energiya iste'molchilari bilan jihozlanishi yuklama o'sishiga sabab bo'lishi mumkin. Bunga ishonch hosil qilish uchun obyekt-dagi elektr iste'molchilari yuklamalarini hisoblash kerak.

2.1-jadval

Elektr iste'molchi obyektlar haqidagi ma'lumotlar

T.R.	Obyektning nomi	Yuklamasi, kVt.		Soni
		P_{kun}	P_{tun}	
1.	Ichimlik suvi nasos stansiyasi	30	30	2
2.	Oqova suvlari nasos stansiyasi №1	40	30	2
3.	Temir-beton mahsulotlari zavodi	100	50	1
4.	Yog'ochni qayta ishlash zavodi	100	50	1
5.	100 ta o'quvchi uchun maktab	50	40	2
6.	70 o'rinli oshxona	15	25	2
7.	Drenaj sistemalari nasos qurilmasi	90	70	4
8.	Oqova suvlari nasos stansiyasi №	40	30	2
9.	Sovutgich tizimli omborxona	50	50	1
10.	Temir-beton mahsulotlari zavodi	60	50	1
11.	Konserva ishlab chiqarish sexi	10	18	1
12.	Plastmassa quvur ishlab chiqarish zavodi	130	140	1
13.	Metall buyumlar ustaxonasi	30	10	6

14.	Yog'ochni qayta ishlash sexi	100	50	2
15.	Lok-bo'yoq ishlab chiqarish sexi	20	15	2
16.	Bolalar bog'chasi	0,5	0,3	3
17.	Maktab internati	0,3	0,4	1
18.	G'isht zavodi, 500 ming dona/yil	50	100	1
19.	Elektr isitgichli issiqxona	20	25	8
20.	Paxta tozalash zavodi	50	40	1
21.	100 ta o'quvchi uchun maktab	50	40	1
22.	200 ta o'quvchi uchun o'rta maktab	10	20	1
23.	50 o'rinli bolalar bog'chasi va yasli	15	25	2
24.	70 o'rinli oshxona	15	25	2
25.	Yaxna ichimliklar zavodi	30	10	1
26.	Ma'danli suv ishlab chiqarish korxonasi	50	50	1
27.	Lotok va suv qurulish mahsuloti zavodi	10	20	1
28.	Aholi turar joylari (uylar) 350 ta	2,5	3,0	

1-masala. Suv xo'jaligi obyekti va qishloq joylaridagi elektr iste'molchilar kuchlanishi 10/0,4 kV li transformator podstansiyasining 0,4 kV li elektr tarmog'iga 2.3-rasmda ko'rsatilgan tartibda ulangan. Iste'molchilarning kunduzgi va tungi yuklamalari har bir obyekt ostida R_{kun}/R_{tun} ko'rinishida berilgan. Elektron asos qurilmasining yuklamasi elektr dvigatel quvvatiga teng deb olingan. Hisoblash ma'lumotlari 2.2-jadvalda berilgan. Elektr tarmog'ining loyiha hisobini bajaring.

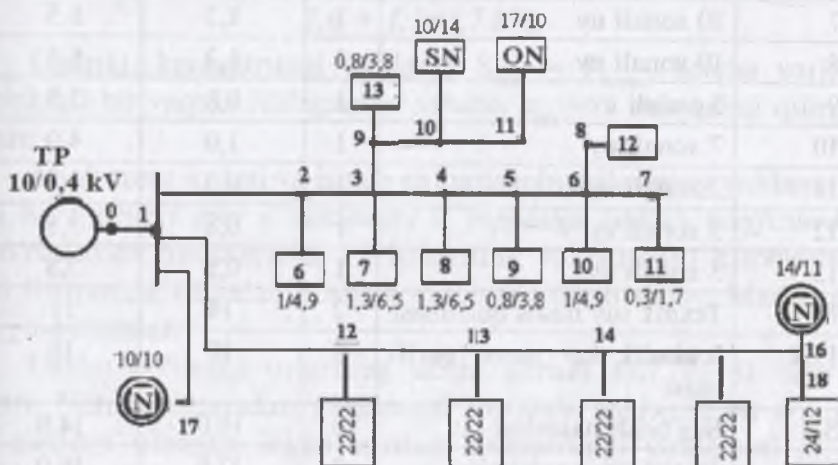
Tadqiqot natijalariga ko'ra yirik sug'orish nasos stansiyasining o'rnatilgan quvvati $P_o' = 56 \text{ kVt}$.

Hisob paytida o'rtacha quvvatdagi payvandlash ustaxonasi-ning yuklamasi quyidagicha belgilanadi: payvandlash sexidagi maksimal ishlovchi uskunalarning yuklamasi $P_o' = 47 \text{ kVt}$, payvandlash sexining kunduzgi yuklamasi $S_{kun} = 20 \text{ kVA}$, $S_{tun} = 10 \text{ kVA}$ deb olinadi. U holda mutanosiblik koeffitsienti bo'yicha:

$56 / 47 = 1,2$ ni topiladi va shunga ko'ra $S_{kun} = 20 \cdot 1,2 = 24 \text{ kVA}$, $S_{tun} = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ kVA}$. Agar iste'molchining yuklamasi to'la quvvatda berilgan bo'lsa uni quvvat koeffitsienti yordamida aktiv quvvatga yoki tokka aylantirish mumkin.

Energiya nazorati korxonasi ma'lumotlariga ko'ra aholi yashash punktlari, qishloqlar va aholi turar joylari, eng kam energiya iste'mol qiluvchi 1 xonali uy uchun ($500 \text{ kVt}\cdot\text{s/uy}$) qabul qilingan. Ushbu ma'lumot o'tgan yil hisobi bo'yicha bir yilda iste'mol qilingan energiya miqdoriga tengdir. Yoki o'rtacha olingan hisob-kitoblarga ko'ra gazlashtirilgan, bir xonadan iborat xonadonlar uchun yillik elektr energiya iste'moli $500\text{--}700 \text{ kVt}\cdot\text{s/uy}$ qabul qilingan. Ya'ni, kunduzgi o'rtacha yuklama $500 \text{ kVt}\cdot\text{s/uy}$, kechqurungi tungi yuklama esa $700 \text{ kVt}\cdot\text{s/uy}$ yoki $P_{kun} = 500 \text{ Vt}\cdot\text{s} = 0,5 \text{ kVt}\cdot\text{s}$; $P_{kech(tun)} = 700 \text{ Vt}\cdot\text{s} = 0,7 \text{ kVt}\cdot\text{s}$ ni tashkil etadi. Ikki va undan ortiq xonadan iborat gazlashtirilgan xonadonlar uchun $P_{kun} = 1000 \text{ Vt}\cdot\text{s}$; $P_{tun} = 1500 \text{ Vt}\cdot\text{s}$; 4–5 xonali to'la jihozlangan hovli uchun $P_{kun} = 2000 \text{ Vt}\cdot\text{s}$; $P_{tun} = 2500 \text{ Vt}\cdot\text{s}$.

Xuddi shunday elektr plitasi bilan $R_{kun} = 2500 \text{ Vt}\cdot\text{s}$, $R_{tun} = 4000 \text{ Vt}\cdot\text{s}$ qabul qilingan.



2.3-rasm. Iste'molchilarning 0,4 kV kuchlanish tarmog'iga ulanish sxemasi.

4	6/8	– obyektning nomeri, kunduzgi/tungi yuklamasi, kV·A.
---	-----	--

Loyihalanayotgan obyektlarning yuklamasi esa kelgusi yil uchun olinishi kerak. Buning uchun 7 yillik kelajak o'sishni inobatga olib elektr energiyaning miqdorini nomogrammadan foydalanib topish talab etiladi.

2.2-jadval

Elektr iste'molchilari haqidagi ma'lumotlar

Tartib- raqami	Obyekt		Yuklamasi	
	Nomi	soni	S_{kun} , kVA	S_{tun} , kVA
1	Payvandlash sexi	1	22,0	22,0
2	Oshxona, 50 o'rinli	1	22,0	22,0
3	Bolalar bog'chasi	1	6,0	8,0
4	Magazin	1	6,0	8,0
5	Suv tozalash inshooti	1	24,0	12,0
6	7 xonali uy	1	1,0	4,9
7	10 xonali uy	1	1,3	6,5
8	10 xonali uy	1	1,3	6,5
9	5 xonali uy	1	0,8	3,8
10	7 xonali uy	1	1,0	4,9
11	2 xonali uy	1	0,3	1,7
12	5 xonali uy	1	0,8	3,8
13	5 xonali uy	1	0,8	3,8
N	Texnik suv nasos qurilmasi	2	14	11
ISN	Ichimlik suv nasos qurilmasi	2	10	10
SN	Sug'orish nasoslari	5	10,0	14,0
ON	Oqova suv nasoslari	3	17,0	10,0

Bu qiymat $1000 \text{ V} \cdot \text{A/uy}$ deb qabul qilinadi. Hisoblanayotgan bo'lim (tok tarqalish nuqtasi)ga bir nechta uy ulangan. U holda uylarning yuklamasi $(P_1, P_2, P_3 \dots P_n) \times \text{soni } (n) \times \text{yoppasiga ishlash koeffitsienti } (k_{yo})$, ya'ni:

$$P = \sum_{i=1}^n P_i \cdot n \cdot k,$$

ko'rinishida hisoblanadi.

Ko'cha yoritqichlarining yuklamasi ilovadagi 1.3-jadvalga ko'ra olinadi. 1–11-bo'limlardagi ko'chaning kengligi 20 metrdan ortiq bo'lib uzunligi 1,3 km.

Elektr yoritqichlarning yuklamasi 2,6 kVt; 1–18 bo'limda ishlab chiqarish korxonasining hovlisi joylashgan va unda 7 ta yoritish qurilmasi o'rnatilgan. Yoritqichlar 150 Vt lampa bilan jihozlangan [1 va 6].

Umumiy quvvat:

$$0,15 \times 7 = 1,1 \text{ kVt ga teng.}$$

Ko'cha yoritqichlarining umumiy quvvati:

$$2,6 + 1,1 = 3,7 \text{ kVt.}$$

Chunki, kechqurungi yuklama $S_{\text{tun}} = P_{k,yo.}$, ko'cha yoritqichlari bir vaqtda ishlaganligi sababli $k_{yo} = 1$ deb qabul qilingan.

Aholi turar joylari va ishlab chiqarishobyektlarining yuklamasi ham *obyekt soni* $\times$ *yuklamasi* $\times$ *yoppasiga ishlash koeffitsienti* ko'rinishida hisoblaymiz. Liniyalarning yuklamasini hisoblashni liniyaning oxiridan boshiga qarab hisoblash qulay. Masalan, 5–6-bo'limlar.

Ushbu bo'limga uylarning uchta guruhi (6,7 va 8) ulangan. Nomogrammadan yuklamani topishda xohlagan bir o'qqa 7-nuqtaga ulangan ikkita uyning kechqurungi yuklamasi (1,7 kVA)ni qo'yib va boshqa o'qqa 6-nuqtadagi yuklama (4,9 kVA)ni qo'yamiz (2.4-rasm) [3]. Perpendikular chiziqlarning kesishish nuqtasidan pastga tushirilgan joydan yig'indi yuklama 5,9 kVA ni topamiz.

Unga 6- va 8-bo'limdagi yuklama 3,8 ni qo'shamiz. Shunday qilib 5- va 6-nuqtalar oralig'idagi yig'indi yuklama 8,2 kVA li-gi hisoblanadi.

Kunduzgi yuklamalar ham shu usulda hisoblanadi.

1 kVA dan past bo'lgan yuklamalarni hisoblashda nomogram-maning masshtabi 10 martaga kichraytiriladi, ya'ni 0,3 va 1,0 kVA li yuklamalar 3 va 10 kVA qabilida olinadi.

Yig'indi yuklama:

$$11,7 : 10 = 1,7 \text{ kVA}.$$

4-5-bo'limdagi yuklama 5-6-bo'limlardagi yuklamalarni jamlash:

$$(S_{iun} = 8,2 \text{ kVA}, S_{kun} = 1,65 \text{ kVA})$$

va 5-nuqtaga ulangan yuklama:

$$(S_{iun} = 3,8 \text{ kVA}, S_{kun} = 0,8 \text{ kVA va h.k.}).$$

5-6-bo'limdagi yuklamani yoppasiga ishlash koeffitsienti yordamida hisoblab jamlash yo'li bilan topiladi. Bu holat uchun $7+2+5$ uylar 1,0 kVA li yuklamaga ega. Bo'limdagi yuklama 14 kVA ga teng.

14 ta iste'molchi uchun yoppasiga ishlash koeffitsienti 0,6 ga teng, shu sababli hisoblashda:

$$14 \times 0,6 = 8,4 \text{ kVA ligi aniqlanadi.}$$

4-5-bo'limdagi kechki yuklama $19 \cdot 0,55 = 10,5 \text{ kVA}$ va h.k.

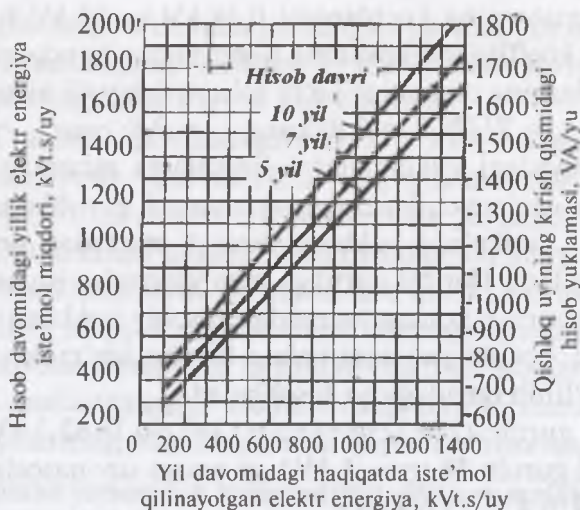
Iste'molchilarning kirish qismidagi yuklamasi o'zaro 4 martadan ortiq farq qilsa ular alohida guruhlariga ajratilib hisoblana-di. Bu yerda ham yoppasiga ishlash koeffitsientining iste'molchi-lar soniga mos keluvchi qiymati olinadi.

Masalan, 1-12-bo'lim uchun kechki yuklama alohida jam-lanadi, chunki eng kam yuklama $7,0 \text{ kV} \cdot \text{A}$ va eng katta yuklama $22,0$ bo'lib tafovut 3 martani tashkil etadi.

1-12-bo'limdagi kechki yig'indi yuklama quyidagicha to-piladi:

$$(22 + 22 + 8 + 8 + 10 + 12 + 7) \cdot 7 = 62,3 \text{ kVA}.$$

Ushbu bo'limdagi eng kam kunduzgi yuklama $4,0 \text{ kV} \cdot \text{a}$ va eng katta yuklama $22 \text{ kV} \cdot \text{A}$ farq 4 martadan ortiqligi sababli yuk-lamalar alohida guruhlariga ajratiladi.



2.4-rasm. Qishloq xonadoni uchun yillik elektr energiya sarfini aniqlash nomogrammasi.

Birinchisi: $(22 + 22 + 10 + 24) \cdot 0,75 = 58,5 \text{ kVA}$,

Ikkinchisi: $(6 + 6 + 4) \cdot 0,8 = 12,8 \text{ kVA}$.

1–12-bo‘limlar orasidagi yuklamani nomogramma yordami-da jamlab yig‘indi yuklama 66 kVA topiladi.

Transformator podstansiyasidagi quvvatni topish uchun uzatiluvchi liniyalardagi yuklamalar yoppasiga ishlash koeffitsientiga ko‘paytirilib jamlanadi, so‘ngra ko‘cha yoritqichlarining yuklamasi ham qo‘shilib jamlangach yig‘indi yuklama topiladi.

Hisob sxemalarini tuzishda (2.3-rasm) transformatorning chiqish qismi va tarqatish shinasidagi bo‘limni 0–1-bo‘lim deb belgilash maqsadga muvofiqdir.

2.2-jadvaldagi ma‘lumotlarga ko‘ra transformator podstansiyasining chiqish qismidagi 0–1-bo‘limdagi yuklama quyidagicha hisoblanadi:

$$S_{\text{tun}} = 76,0 + 3,7 = 79,7 \text{ kVA}$$

Transformatorning kuchlanishi 0,38 kV va 10 kV li shinalardagi quvvat koeffitsienti ilovaning 6-jadvalidan kunduzgi va kechki yuklamalarning qiymatiga ko'ra solishtirish yo'li bilan topiladi.

$$S_{kun}/S_{kech} = 71/79,7 = 0,89 \cos\varphi_{kun} = 0,8; \cos\varphi_{kun} = 0,89$$

Podstansiyadagi yuklamalarni liniyalarga ajratmay taxminiyl hisoblashda iste'molchilarning yuklamalari guruhlariga ajratilib hisoblanadi. Jamlashda yuklama farqi 4 martadan ortmasligiga e'tibor qaratiladi. Har bir guruhga mos yoppasiga ishlash koeffitsieniti ko'paytirilib nomogrammadan hisobiy yuklama aniqlanadi. Masalan, kechki yuklama uchun barcha iste'molchilar ikkita guruhga bo'linib quyidagicha hisoblanadi:

Birinci guruh: $(22+22+8+8+10+12+7) \times 0,7 = 62,3 \text{ kV} \cdot \text{A}$,

Ikkinchi guruh: 58 uy — 1 kVA va oqova suv nasoslari 1 kVA,

Ya'ni, $59 \cdot 0,4 = 23,6 \text{ kVA}$.

2.3-jadval

Iste'molchilar yuklamasining bo'limlarga taqsimlanishi

No	Hisoblanayotgan bo'lim	Kunduzgi yuklama, kVA	Tungi yuklama, kVA	Tashqi yoritqichlar, kVA
1	0-1	71,0	76,0	
2	1-2	11,0	25,0	
3	2-3	10,5	22,5	
4	4-5	2,95	14,1	
5	5-6	2,15	10,5	
6	6-7	1,65	8,2	
7	6-8	0,8	3,8	3,7
8	3-9	7,9	8,0	
9	9-10	7,5	5,4	
10	10-11	7,0	1,0	
11	1-12	65,0	62,3	
12	12-13	63,0	56,0	
13	13-14	33,0	23,0	
14	14-15	10,0	10,0	
15	14-16	24,0	12,0	
16	13-17	37,5	35,5	
17	17-18	22,0	22,0	

Nomogramma yordamida jamlangan yig'indi yuklama 77 kVA ni tashkil etadi. Tashqi yoritqichlar esa 3,7 kVA bo'lganligi bois umumiy yuklama 80,7 kVA ni tashkil etadi.

Obyekt uchun standart quvvati 100 kVA bo'lgan transformatorni tanlaymiz. Iste'molchilarning yuklamasini o'rnatilgan quvvatni yoppasiga ishlash koeffitsientiga ko'paytirib topilgan ma'lumot, yuklamani nomogramma yordamida aniqlash yo'li bilan olingan ma'lumotdan 7% gacha farq qilishi mumkin.

Erishilgan natijalar asosida ko'rib chiqilayotgan obyektlarning «Bosh plani»dan foydalanib va tuman elektr tarmoqlar korxonasining ma'lumotlariga qarab sxema asosida transformator punkti va elektr liniyalarning ulanish sxemasi qaytadan hisoblanadi.

2.2.3. Talaba tomonidan bajariladigan «Bitiruv malakaviy ishi» (BMI)ning tarkibi va hajmi

Bitiruv malakaviy ishi (BMI) bakalvriat ta'lim yo'nalishida tahsil olgan talabaning so'nggi bosqichdagi ishi hisoblanadi. Unda talaba nazariy bilimlarini yanada oshirish, mustahkamlash, tahliliy mushohadalar va fikrlash qobiliyatlarini rivojlantirishga, hisob-grafika ishlarini zamonaviy texnik vositalar va texnologiyalar asosida bajarishga, kompyuter dasturlari va hisoblashning ilg'or usullarini yanada chuqurroq o'zlashtirishga qaratilgan. Bitiruvchi talaba institutda o'qish davrida olgan nazariy va amaliy bilimlarini yaxlit holda BMIda namoyon etadi.

Bitiruv malakaviy ishi tushuntirish, hisob bayoni qismidan va chizma yoki slaydlardan iborat bo'ladi. Bakalavr bitiruv malakaviy ishining tushuntirish hisob qismining tarkibi quyidagilarni tashkil etishi kerak:

- **Ishning tavsifi.**

- **Kirish.** Mavzuning dolzarbligi, hozirgi holati va rivojlantirish istiqbollari, obyekt haqida ma'lumotlar, soha bo'yicha hukumat qarorlari.

- **Asosiy qism:** texnologik jarayonlarning tahlili, asosiy va yordamchi uskunalar va jihozlarni tanlash, elektr kuch va yoritish

tarmoqlarini hisoblash. Elektr energetika ta'minoti tizimidagi elektr uskunalari va qurilmalarini tanlash. Elektr yuklama hisobi va energiya manbaini tanlash.

– **Maxsus qism:** elektr energiyasidan foydalanish samaradorligini oshirish chora-tadbirlarini ishlab chiqish, texnologik jarayonlarni takomillashtirish, energiya tejamkor elektr ta'minoti tizimini ishlab chiqish, noan'anaviy energiya manbalaridan foydalanish, rele himoyasi, avtomatlashtirish, masofadan boshqarish elektr uskunalarni ishlatishning puxtaligiga erishish, texnik ekspluatatsiya tadbirlarini ishlab chiqish va h.k.

- **Hayot faoliyati xavfsizligi chora-tadbirlari.**
- **Umumiy texnik iqtisodiy ko'rsatkichlar hisobi.**
- **Xulosalar, takliflar va tavsiyalar.**
- **Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.**
- **Ilovalar.**

2.2.4. Talaba tomonidan bajariladigan «Kurs loyihasi» (KL)ning tarkibi va hajmi

Fan bo'yicha bajariladigan KLning hajmi va tarkibi BMlga nisbatan kichikroq, torroq doiradagi masalalarga yechim berish bilan farqlanadi. Kurs loyihasining mavzusi bo'yicha topshiriq fan bo'yicha ma'ruza yoki amaliy mashg'ulotlarni olib boruvchi rahbar o'qituvchi tomonidan beriladi.

Talabalarga beriladigan KL mavzulari kafedra majlisida ko'rib chiqib tasdiqlangan bo'lishi shart.

Kurs loyihasini bajarishda kafedra tomonidan ushbu fan bo'yicha chiqarilgan uslubiy ko'rsatmadan foydalanish tavsiya etiladi.

Uslubiy ko'rsatmada kurs loyihasini bajarish uchun variantlar, loyihani bajarish ketma-ketligi, foydalanish uchun adabiyotlar bilan birga loyihani yechish tartibi batafsil bayon etiladi.

Nazorat savollari:

1. Elektr sistemalarni loyihalash bo'yicha asosiy masalalar tarkibiga nimalarni kiritish mumkin?

2. Nasos stansiyalarida qurilish 10 yilga mo'ljallangan bo'lsa uni etaplarga ajratish qanday ko'rinishda amalga oshiriladi?

3. Tender tanlovida kontrakti yutgan kompaniya yoki tashkilot hujjatlarni rasmiylashtirgandan so'ng loyihani qanday amalga oshiradi?

4. Loyihaning tarkibi va hajmi haqida so'z yuritilganda loyihalash injeneri tomonidan qanday loyihalarni tuzish nazarda tutiladi?

5. Ishlab chiqarish obyektini elektr ta'minoti loyihasi yoki aholi turar joy obyektlarining tashqi elekt ta'minot tizimini loyihalash ishlari bajarilgan bo'lsa qanday masalaga yechim beriladi?

6. Loyihning bayon qismiga nimalar kiritiladi?

7. Obyektdagi elektr yuklamalarni hisoblash uchun kuchlanishi 10/0,4 kVli transformator punktidan ta'minlanuvchi qanday elektr iste'molchilarning yuklamasi hisoblanadi?

8. Bitiruv malakaviy ishi qanday bo'limlardan tashkil topadi?

9. Fan bo'yicha bajariladigan KLning hajmi va tarkibi qancha bo'ladi?

10. Kurs loyihasining mavzusi bo'yicha topshiriq kim tomonidan beriladi?

3. LOYIHA UCHUN BOSHLANG'ICH QIDIRUV. MA'LUMOTLARNI YIG'ISH VA TALABNOMA TUZISH

3.1. Ishlab chiqarish obyektlarini loyihalashda injener tomonidan bajariladigan ishlar

Loyiha hujjatlari — o'rnatilgan tartib-qoidalar, me'yorlar asosida tuzilgan, o'zaro bog'liq hujjatlar majmuasi bo'lib qurilish uchun asos vazifasini o'taydi. U chizma, matn yoki mashina yozuvi asosidagi tushuntirish yozuvi qismi hujjatlaridan iborat bo'ladi va unda qurilmalar, texnologik jarayonlarni tashkil etish va qurilish obyektlarini foydalanishga topshirish tartibi bayon etiladi.

Loyiha hujjatlarida quyidagi muhim va zaruriy ma'lumotlarni jamlangan bo'lishi kerak:

1. Bajariladigan ishlar bayoni taqdimotini (tuzish va ishlash sxemasi, tushuntirish bayon yozuvi, hisoblash natijalari va h.k.);
2. Yechimni texnik amalga oshirish tartibi (konstruktiv tuzilishi, uskunalarning montaji va h.k.);
3. Kapital mablag'larning sarflanishi (olinadigan uskunalar, loyihalash, qurulish, montaj, foydalanishga topshirish va h.k.);
4. Tanlangan variantning texnik-iqtisodiy ko'rsatkichlari.

Har qanday obyektни loyihalashdan oldin uni asoslash bo'yicha kerakli hujjatlar yig'iladi. Buning uchun mahalliy hokimiyat vakillari, tub aholi, korxonaning kelajakdagi o'sish sur'atlari va rejalari, davlat tomonidan qabul qilingan dasturlar asos bo'ladi. Unga ko'ra: obyektдаgi hozirgi holat va kelajakdagi rivojlanish ko'rsatkichlari aks ettirilgan majlis bayonnomalari; nuqsonlar akti; elektr liniyalari va elektr jihozlarning hozirgi holati haqidagi ma'lumotnoma; tashqi elektr ta'minotini amalga oshirish uchun viloyat elektr tarmoqlari korxonasi tomonidan berilgan «texnik shart»; loyihani amalga oshirishga kerakli mablag'ni ta'minlash uchun kafolat xati va shunga o'xshash hujjatlar yig'iladi.

Ushbu hujjatlar asosida obyektни loyihalash uchun tuman va viloyat hokimligi tomonidan maxsus qaror qabul qilinadi. Ush-

bu qarorlarga ko'ra obyektни loyihalash va qurish rejasi «Tuman-
ni kelajakda rivojlanish rejasi»ga kiritiladi. Obyektни loyihalash
muddatiga ko'ra yuqorida bayon etilgan hujjatlar ilova qilingan
holda loyihalash institutiga xat bilan murojaat etiladi.

Loyihalash tashkiloti (pudratchi), loyihaga buyurtma bergan
tashkilot (buyurtmach)dan qo'shimcha quyidagi ma'lumotlar va
hujjatlarni yig'ib oladi:

1. *Korxonaning Bosh plani.* Bosh planda korxonadagi binolar-
ning joylashuvi, elektr iste'molchilarning yuklamasi, kommu-
nikatsiyalar, suv va boshqa quvurlarning joylashuvi, ekin may-
donlari va maysazorlarning aniq joylashgan o'rni.

2. *Ishlab chiqarishning texnologik ketma-ketligi* va uzviy bog'liq-
ligi, elektr uzilishlardan ko'riladigan zarar ko'lam va bahosi.

3. *Elektr iste'molchilarning umumiy yuklama miqdori.* Har bir
elektr iste'molchi uchun maxsus pasportlar tuziladi. Pasportda
elektr iste'molchining elektr yuklamasi, yuklama turi (aktiv yoki
reaktiv), tok va kuchlanish turi (o'zgaruvchan va o'zgarmas), quv-
vat koeffitsientining tashkil etuvchisi (aktiv yoki reaktiv), uskuna-
larning foydali ish koeffitsienti, ish tarzi (doimiy, mavsumiy, qis-
qa muddatli), tarmoqqa ulanish davriyligi va muddati haqidagi
ma'lumotlar ko'rsatiladi.

4. *Ishlab chiqarish obyektining aktiv va reaktiv yuklama grafiklari*
(fasllar bo'yicha).

5. *Elektr energiyasining sifat talablari asosida elektr iste'molchi-
larning tavsifnomasi.*

6. *Ishlab chiqarish obyektidagi va xonalardagi muhitning xususi-
yatlar* (namligi, kimyoviy aktiv muhit, yong'in xavfi va h.k.) va
ta'sirlar.

7. *Tashqi va ichki yoritish tizimining mavjudligi yoki unga bo'lgan
ehtiyoj.* Ko'chalarning va bino ichidagi xonalarning yoritilish dara-
jasi va unga bo'lgan ehtiyoj. Bino va xonalarning kesimi, binoning
balandligi, pol va shipgacha bo'lgan masofa o'lchamlari beriladi.

8. *Obyektining tashqi elektr ta'minot manbalari* (transformator
punktleri) haqidagi ma'lumotlar.

Yuqorida qayd etilgan ma'lumotlar va hujjatlar buyurtmachida bo'lmasa uholda loyihalash tashkiloti tomonidan tayinlangan injener ushbu hujjatlarni o'zi yig'ib, uni mahalliy hokimiyat vakillaridan tasdiqlatib oladi. Shu bilan birga loyihalash tashkilotining mutaxassisi tomonidan quyidagi masalalarga yechim topiladi va holati o'rganiladi:

- hozirda ishlayotgan elektr sxema va elektr energiya manbalari, transformator, generator, tarqatish qurilmalari haqidagi ma'lumotlar (agar bunday ma'lumotlar bo'lmasa yoki obyekt yangidan qurilayotgan bo'lsa unga yondosh bo'lgan yoki juda yaqin bo'lgan ta'minot obyektlarining ma'lumotlari olinadi);

- ta'minot manbaining reaktiv qarshiligi yoki qisqa tutashuv quvvati haqidagi ma'lumotlar (agar ma'lumot bo'lmasa ta'minlovchi moy o'chirgichining o'chirish yuklama toki haqidagi ma'lumot olinadi);

- obyekt va ta'minot manbai orasidagi masofa haqidagi ma'lumot;

- ta'minot manbaining chiqish qismidagi kuchlanish haqidagi ma'lumot;

- ta'minot manbaining obyekt talab etadigan quvvatni ta'minlab bera olish holati o'rganiladi;

- obyektning elektr energiya ta'minoti paytida maksimal va minimal yuklama talab etilgandagi ta'minlanish holati.

9. *Loyiha va konstruktorlik ishlanmalarini bajarish* chog'ida yuqorida qayd etilganlarga qo'shimcha: mavjud elektr ta'minot sxemasi kuch va quvvat iste'molchilarining turlari, kabel va o'tkazgich simlarning markalari, ko'ndalang kesimi, sim soni, tok o'tkazgichning shakli va materiali o'rganiladi.

3.2. Talaba tomonidan bitiruv malakaviy ishi va kurs loyihasini bajarish uchun zaruriy ma'lumotlar

Talabalar tomonidan bitiruv malakaviy ishini bajarish (BMI) yoki kurs loyihasi (KL)da quyidagi boshlang'ich ma'lumotlarga ega bo'lish kerak. Bunda BMI oldi amaliyoti o'talayotgan obyekt

yoki KL uchun tanlangan korxonadan kerakli ma'lumotlarni to'plash uchun talabnoma tuziladi.

Talabnomada BMI yoki KL uchun kerakli hujjatlar, chizmalar, birlamchi qidiruv materiallari, loyiha hujjatining kerakli qismlari va shunga o'xshash zaruriy materiallarning ro'yxati, institut rektori tomonidan imzolangan xat orqali loyihalash institutiga yoki ishlab chiqarish korxonasiga yuboriladi.

Talabnoma asosida BMI yoki KL ga tegishli quyidagi hujjatlar olinishi mumkin:

1. Korxona yoki loyihalanayotgan obyektning Bosh plani. Bosh planda: elektr iste'molchilarning joylashuvi, yuklamasi, korxonadagi ishlab chiqarish sexlarning joylashuvi, yo'llar, quvurlar, suv kanallari yoki ariqlar, telefon va boshqa kommunikatsiya obyektlari, kabellar, yashil maysazorlar yoki ekin maydonlari va h.k. belgilanishi shart.

2. Korxonaning ishlab chiqarish sexlaridagi texnologik jarayonlar, ishlab chiqarishning bog'liqligi, ketma-ketligi. Elektr energiyasi uzulishining texnologik jarayonga ta'siri va ko'riladigan zarar miqdori.

3. Elektr iste'molchilarning umumiy ko'rinishdagi yuklama miqdori. Har bir elektr iste'molchi uchun maxsus pasportlarni tuzish. Pasportlarda iste'molchining elektr yuklamasi, yuklama turi (aktiv yoki reaktiv) tok va kuchlanish turi (o'zgaruvchan va o'zgarmas), quvvat ko'effitsienti (aktiv yoki reaktiv tashkil etuvchi), uskunaning foydali ish ko'effitsienti (FIK), ish tarzi (doimiy, mavsumiy, vaqtinchalik va h.k.), tarmoqqa ulanish davriyligi va muddati, maksimal yuklamadan foydalanish vaqti kabi ma'lumotlar.

4. Ishlab chiqarish obyektining aktiv va reaktiv yuklama grafiklari (fasllar bo'yicha).

5. Elektr energiyasining sifat ko'rsatkichi talablari asosida elektr iste'molchilarning xarakteristikasi.

6. Ishlab chiqarish xonalarining muhiti, atrof-muhitga ishchi uskunalarining ta'siri. Ish o'rinlari, xonalar va binolar atrofining

yoritilishi; bino va xonalarning kesimi, binoning balandligi, pol va shiftgacha bo'lgan masofa o'lchamlari.

7. Ishlab chiqarish obyektining elektr ta'minot manbalari haqidagi ma'lumotlar:

— hozirda ishlayotgan elektr sxema va elektr energiya manbalari (transformatorlar, generatorlar, tarqatish va taqsimlash qurilmalari va shitlar) haqidagi ma'lumot olinadi. Agar bunday ma'lumotlar bo'lmasa eng yaqin manba haqidagi ma'lumot qabul qilinadi;

— ta'minot manbaining reaktiv qarshiligi yoki transformator podstantsiyasining qisqa tutashuv quvvati haqidagi ma'lumot. Agar ma'lumot bo'lmasa o'chirish uchun xizmat qiluvchi moy o'chirgichning turg'unlik toki haqidagi ma'lumot olinadi;

— obyektidan ta'minot manbaigacha bo'lgan masofa;

— ta'minot manbaining chiqish qismidagi kuchlanish pog'onasi.

— obyektini ta'minlash uchun talab etiladigan quvvatning ta'minot obykti tomonidan yetkazib berilishi.

8. Obyektning elektr tarmog'iga elektr ta'minot tizimi tomonidan aktiv quvvatni yetkazib berish davridagi reaktiv quvvatni yetkazib bera olish qobiliyati.

9. Loyiha va konstruktiv ishlanmalarning bajarilishi chog'ida yuqorida qayd etilganlarga qo'shimcha, mavjud elektr ta'minot sxemasi kuch va quvvat iste'molchilarining turlari, kabel va o'tkazgich simlarning markalari, ko'ndalang kesimi, sim soni va tok o'tkazgichning xillari haqidagi ma'lumotlar asos sifatida qabul qilinadi.

3.3. Loyihani rasmiylashtirish

Loyiha tashkilot tomonidan ishlab chiqilgan obyektning loyihasini rasmiylashtirish respublikamizda ishlab chiqilgan va xalqaro talab normalarga mos keluvchi davlat standartlari talablariga javob beradigan tartibda bo'lishi shart.

Talabalar tomonidan bajarilgan BMI va KLni rasmiylashtirish ta'lim standartida bayon etilgan tartib asosida amalga oshiriladi va u quyidagi bandlarni qamrab oladi:

- Bitiruv malakaviy ishining asosiy qismi, hisoblar, maxsus savol qismi talaba biriktirilgan kafedra rahbar o'qituvchisi nazorati va ko'rsatmalari asosida bajariladi hamda rahbar ruxsati bilan-gina yakunlangan hisoblanadi va rasmiylashtiriladi.

- Bitiruv malakaviy ishining «Hayot faoliyati xavfsizligi» va «Texnik iqtisodiy hisob» bo'limlari kafedra qaroriga ko'ra tayinlan-gan malakali mutaxassis o'qituvchilarning maslahatiga binoan ba-jariladi va ularning imzosi asosida nihoyalaniib rasmiylashtiriladi.

- Bitiruv malakaviy ishi institut rektorining buyrug'iga asosan tayinlangan tashqi taqrizchiga yuboriladi va taqrizchining ko'rsat-gan kamchiliklari rahbar bilan birgalikda to'g'rilanadi.

- Talaba rahbarning xulosasi, taqrizchining taqrizi va malaka-viy bitiruv ishini rasmiylashtirgach kafedra mudiri tomonidan tayinlangan «Hay'at a'zolari»ga dastlabki himoyaga qo'yiladi.

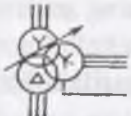
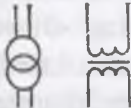
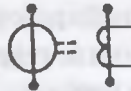
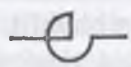
- Biriruv malakaviy ishiga dastlabki himoyadan ijobiy xulosa olingandan so'ng talabaning ishi asosiy himoyaga qo'yiladi.

Ishlab chiqarish obyekti loyihasi, BMI va KLning chizma grafik qismida elektr tarmoqlaridagi elementlar shartli belgilar bilan belgilanadi. Ushbu shartli belgilar GOST talabalari asosida bo'lishi shart va u 3.1-jadvalda keltirilgan.

3.1-jadval

Elektr tarmog'i elementlarining harfli va chizma ko'rinishida belgilanishi

T.r.	Nomlanishi	Chizmada belgilanishi	GOST raqami	2.710-81 GOST bo'yicha harfli belgilanishi
1	Uch fazali generator		2.722-68	G
2	Uch fazali transformator		2.723-68	T
3	Uch fazali avto-transformator		2.723-68	T

4	Yuklama ostida o'zgartiriladigan uch fazali transformator		2.723-68	T
5	O'lchov kuchlanish transformatori		2.723-68	TV
6	Bitta ikkilamchi chulg'amli tok transformatori		2.723-68	TA
7	Reaktor		2.723-68	LR
8	Trubka shaklidagi razryadlagich		2.727-68	FV
9	Ventil shaklidagi razryadlagich		2.727-68	FV
10	Eruvchan saqlagich		2.727-68	F
11	Eruvchan saqlagichli o'chirgich		2.727-68	Q
12	Eruvchan saqlagichli ajratkich		2.727-68	Q
13	Sig'im kodensatori		2.728-74	C(CB – kondensator kuch batareyasi)
14	Bir qutbli ajratkich		2.755-74	Q
15	Ortiqcha yuklanish ajratkichi		2.755-74	SF

16	Bir qutbli o'chirgich		2.755-74	Q
17	Qisqa tutashtirgich		GPIT yaj prom- elektro- proekt	QN
18	Bir tomonga hara- katlanuvchi bo'lgich		GPIT yaj prom- elektro- proekt	QR
19	Ikki tomonga hara- katlanuvchi bo'lgich		GPIT yaj prom- elektro- proekt	QR
20	Yuqori kuchlanishli o'chirgich		GPIT yaj prom- elektro- proekt	Q
21	O'lchov asbobi		2.729-68	PA-ampermetr; PV-voltmetr; PW- voltmetr; PVA- varmetr
22	Elektr hisoblagich			PWh-aktiv ener- giya hisoblagichi; PVArh-reak- tiv energiya hisoblagichi
23	Elektrostansiya:			
	loyihalanuvchi		2.748-68	
	ishlab turgan			
24	Podstansiya:			
	loyihalanayotgan			

	ishlab turgan			
--	---------------	---	--	--

Nazorat savollari:

1. Loyiha hujjatlarida qanday muhim va zaruriy ma'lumotlar jamlangan bo'lishi kerak?
2. Bosh planda qanday ma'lumotlar beriladi?
3. Obyektning tashqi elektr ta'minot manbalari haqidagi ma'lumotlar nimalardan iborat bo'ladi?
4. Loyiha va konstruktorlik ishlanmalarini bajarish chog'ida qo'shimcha qaysi jihatlarga e'tibor qaratiladi?
5. Talabalar tomonidan Bitiruv malakaviy ishi (BMI) yoki Kurs loyihasi (KL)ni bajarishda qanday boshlang'ich ma'lumotlarga ega bo'lish talab etiladi?
6. Ishlab chiqarish obyektining aktiv va reaktiv yuklama grafiklari nima uchun kerak?
7. Talabalar tomonidan bajarilgan BMI va KL ni rasmiylashtirishning tartibi qanday?
8. Elektr sxemalardagi elementlar qanday belgilanadi?

4. LOYIHANI BAJARISH VA HIMOYALASHGA QO'YILADIGAN TALABLAR. LOYIHALASHDA FOYDALANILISHI TAVSIYA ETILADIGAN KOMPYUTER DASTURLARI VA TEXNIK VOSITALAR

4.1. Loyihani bajarishga qo'yiladigan talablar

Elektr sistemalarni loyihalashda elektr iste'molchi obyektlarning elektr ta'minot manbalari va elektr uskunalar bilan ulanishiga jiddiy e'tibor beriladi. Loyihada qabul qilingan elektr tarmoqning sxemasi elektr ta'minot liniyalari, transformatorlar va elektr ta'minot tizimlarining texnik-iqtisodiy jihatdan qulay va samarali foydalanish uchun imkon beruvchi tuzilishga ega bo'lishini talab etadi.

Suv xo'jalik elektr tizimlarining elektr qurilmalari zamon talablariga ko'ra texnologik jarayonga mos holatda mukammallashib, takomillashib boradi va avtomatik boshqaruv, o'lchov, nazorat masalalariga kengroq e'tibor qaratiladi.

Korxonalarda ishlab chiqarishning takomillashuvi, mehnat sharoitining yaxshilanishi elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojning ortishiga olib keladi.

Elektr ta'minot sistemalaridagi nuqson va kamchiliklar ko'p yillik tadqiqot natijalari tahliliga ko'ra elektr iste'molchilarning yuklamasi o'rtacha har 10 yilda 1,5–2 martaga ortib bormoqda va ushbu jarayon hozirgi kunda yanada jadallashdi. Yangi texnika va texnologiyalarning ishlab chiqarishga yanada kengroq kirib boriishi, har tomonlama mukammal va samarali elektrotexnik vositalar elektr sxemalar va elektr sistemalarning texnologik tuzilishini o'zgartirishni talab etadi.

Ushbu holat korxonalardagi ishlab chiqarish jarayonlarini to'xtatmasdan olib borishni va elektr ta'minot uzluksizligini talab etadi.

Yuzaga kelgan yechimini kutayotgan vazifa yirik transformator podstantsiyalarini bir qancha kichik transformator punktlariga almashtirishni, yangi tarqatish va taqsimlash qurilmalarini barpo etishni, ikki va undan oriq ta'minot tizimlarini joriy etishni talab etadi.

Loyihalashning asosiy talablaridan biri o'ta yuklangan va aksariyat elektr iste'molchi obyektlarni elektr energiyasi bilan ta'minlovchi liniyalar va qurilmalar ishini soddalashtirish, ishonchlilikini oshirish va avariya holatlarida ham uzluksizlikni ta'minlashdan iborat. Bunda asosiy vazifa avariya keyingi ko'riladigan talafotning minimallasuvi, avariya muddatlarining qisqaligi kabi kriteriyalarga amal qilinadi. Avariya oqibatida ko'riladigan talafotning minimallasuvi, elektr tarmoqlaridagi iste'molchilar soni va energiya miqdorini kamaytirish bilan bog'liq. Buning uchun, chastotani avtomatik boshqarish qurilmasi yoki elektr energetika bo'limining markazlashgan dispecher xizmati tomonidan ikkinchi darajali elektr iste'molchilarni avariya holatida birin-ketin guruhlariga bo'lib tarmoqdan ajaratish tadbirini joriy etish ko'zda tutiladi. Bundan tashqari ushbu holat uchun elektr energiyasi iste'molini boshqarish va maxsus nazorat texnik vositalardan foydalanish mumkin. Bunday qurilmalar va vositalarga yuklama va quvvatni avtomatik o'zgartirish, elektr sistemasi va elektr energiyasi miqdorini avtomatik nazorat tizimi kabi vositalar joriy etilishi mumkin.

Yuqorida qayd etilgan holatlarni amalga oshirish maqsadida loyiha obyektlarida kuchlanishi 6–10 kV tarmoqlar va transformator punktlarini guruhlariga bo'lib chiqish maqsadga muvofiq. Bunday sxema elektr iste'molchilarni tarqatish qurilmasi yordamida navbatma-navbat tarmoqdan o'chirish yoki qo'shish imkonini beradi. Loyihalashda: elektr texnologik, qurulish va sanitariya, ekologik xavfsizlik kabi qismlar uzviy bog'liqlikda olib borilishi kerak. Elektr uskunalarni joylashtirishni shunday tashkil qilish kerakki u, foydalanishda imkon qadar qulay va texnologiya uskunalarini samarali elektr energiyasi bilan ta'minlash imkonini bersin. Elektr jihozlar va uskunalar texnologik qurilmaga yaqinlashish va xizmat ko'rsatishda to'sqinlik qilmasin, o'tish yo'llari va yo'laklarni yopib qo'ymasini, transport vositalari harakatiga monelik qilmasin.

Elektr uskunalarini joylashtirish loyihaning texnologik qismini loyihalash bilan shug'ullanuvchi injener bilan kelishgan holda olib boriladi.

Texnologlarning talabiga ko'ra qurilish jarayonida elektr qimlarini o'rnatish (kabellar, shina o'tkazgichlar, izolyatsiyalangan elektr o'tkazgichlarning kirish teshiklari, yotqizish yo'laklari, shitlar va transformator punktlariga kirish, chiqish, elektrotexnik qurilmalarni o'rnatish, mahkamlash va h.k.) ko'zda tutilishi kerak.

Yuqorida keltirilgan holatlarga e'tibor bermaslik yoki o'rnatilgan tartib-qoidalar va talablarni bajarmaslik o'z navbatida elektr uskunalarning betartib joylashtirilishiga olib kelib, foydalanish paytida ko'zda tutilmagan qiyinchiliklarning tug'ulishiga, qo'shimcha qurilish-montaj ishlarini bajarilishiga va mablag' sarfining me'yoriy ko'rsatkichlardan ortib ketishiga sabab bo'ladi.

Loyihalashda elektromontaj ishlarida mashina va mexanizmlardan unumli foydalanish, ishning kam sarf-xarajat va tez fursatlarda amalga oshishiga jiddiy e'tibor qaratish talab etiladi.

Loyihalashda an'anaviy loyiha usullari va materiallaridan kengroq foydalanish lozim. Bunday yechimlar loyihalash ishlarining tez fursatlarda, oson bajarilishiga imkon beradi.

Hozirda respublikamizda qurilish obyektlari, injenerlik kommunikatsiyalarini loyihalash uchun maxsus me'yoriy hujjatlar ishlab chiqilgan.

Loyiha hujjatlarini ishlab chiqish uchun: buyurtmachi loyiha tashkilotlari, qurilish-loyiha tashkiloti yoki o'rnatilgan tartibda litsenziyaga ega bo'lgan yuridik va jismoniy shaxslar bilan shart-noma tuzish mumkin.

Loyihaning topshirig'ida sarflanadigan mablag'larning asosli va to'g'ri sarflanayotganligi, loyihaning maqsadli va to'g'ri tanlanganligi, elektr tarmog'iga ulanadigan elektr iste'molchilarning «Texnik shart» asosida amalga oshirilayotganligi injenerlik kommunikatsiyalariga salbiy ta'sir ko'rsatmayotganligiga ahamiyat beriladi.

Elektr ta'minot tizimlar loyihasini bajarish paytida bir qancha talablarga amal qilish shart. Bularga:

— loyihalananayotgan obyektning hozirgi kundagi va kelajakdagi elektr energiyasi iste'molini va tug'iladigan ehtiyoj qanoatlantirilishini e'tiborga olish;

— tanlangan obyektning kelajakda talab etadigan quvvat miqdori, elektr iste'molchi obyektlarning kategoriyasi, elektr ta'minot liniyalari va manbalarning umumiy quvvati va iste'molchi obyektlar talab etadigan elektr energiyasini yetkazib bera olish quvvati o'rganiladi.

Loyiha hujjatlari O'zbekiston Respublikasining amaldagi o'rnatilgan tartib-qoidalar va qonun talablari, texnik va texnologik talablar, me'yoriy hujjatlar va me'yorlar asosida amalga oshiriladi.

Respublikamizda me'yoriy-texnik hujjatlar sifatida quyidagilar e'tirof etilgan:

1. O'zbekiston Respublikasining «Davlat standarti»;
2. O'zbekiston Respublikasidagi «Korxonalarining standarti»;
3. O'zbekiston Respublikasining «Davlat qurilish me'yorlari va qoidalar»;
4. O'zbekiston Respublikasining «Texnik bayonnoma»si;
5. O'zbekiston Respublikasining «Texnik sharti»;
6. O'zbekiston Respublikasining «Boshqaruv hujjatlari»;
7. O'zbekiston Respublikasining umumdavlat ma'lumotlar klassifikatori;
8. Elektr uskunalarining tuzilishi;
9. Elektr uskunalaridan foydalanish qoidalar;
10. Texnika xavfsizligi qoidalar;
11. Konstruktorlik hujjatlarining yagona tizimi.

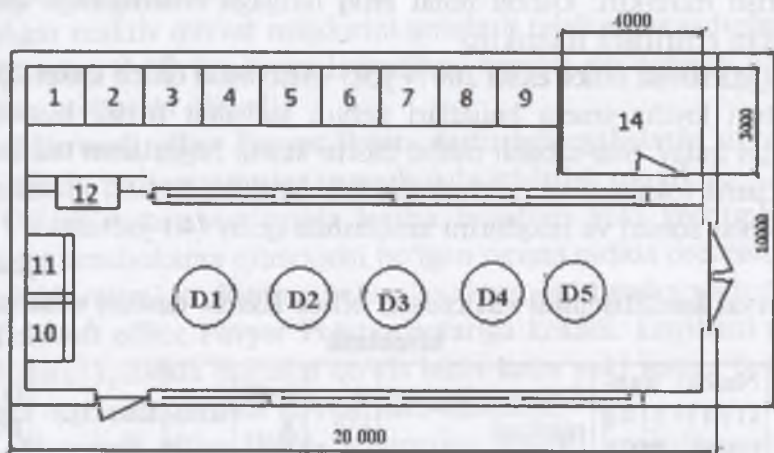
4.2. Loyihalashda foydalanishi tavsiya etiladigan kompyuter dasturlari va texnik vositalar

Loyiha hujjatlarini bajarishda texnik vositalar va kompyuter dasturlaridan foydalaniladi. Ushbu vositalarga turli rusmdagi «kompyuter»lar, obyektни rasmga olish yoki video tasvirga tushurish uchun (foto va video) apparatlar, matnni bosib chiqarish uchun turli rusmdagi «printer»lar, nusxa ko'chirish va rasmni raqamli shaklga keltirish (kompyuter xotirasiga joylash) uchun «skanyer»lar va loyihaning nusxasini ko'paytirish uchun «kserokopiya» asbob-uskunalaridan foydalaniladi.

Shu bilan birga loyihalash jarayonida bir qancha kompyuter dasturlari ham ishlatiladi. Bularga *AutoCAD 2009* yoki *AutoCAD 2011*, *Electronics Worcbench*, *Microsoft Office Exsel 2007* yoki *Microsoft Office Exsel 2011*, *Microsoft Office Povyer Point*, *Microsoft Office Word* va boshqalar kiradi.

«**AutoCAD 2011**» yoki «**AutoCAD 2009**» dasturidan: elektr sxemalarini, loyiha va qurilish chizmalarini kompyuterda chizishda keng foydalanish mumkin (4.1-rasm).

«**Electronics Worcbench**» – dasturi elektr zanjirlar, elektr hisob sxemalarini kompyuterda tuzish, virtual dasturlarni yaratish, hisob ma'lumotlarini virtual holtada tekshirish, natijalar, nuqson va kamchiliklarni aniqlashda qulaydir.



4.1-rasm. Elektr uskunalarning nasos stansiyasi binosida joylashuvi:

1 – kabel liniasining kirish qismi shkafi (yacheykasi); 2 – 6 kV kuchlanishli kirish shkafi; 3 – kuchlanishi 6 kV li zaxira manbani ulash shkafi; 4 – 6 kV li №1 nasos agregatini ulash shkafi; 5 – 6 kV li havo liniyasiga chiqish shkafi; 6 – kuchlanish transformatori va avtomatik boshqaruv qurilmalari joylashtirilgan yuqori kuchlanish shkafi; 7 – 6 kV li №2 nasos agregatini ulash shkafi; 8 – 6 kV li №3 nasos agregatini ulash shkafi; 9 – 6 kV li №4 nasos agregatini ulash shkafi; 10 – kuchlanishi 0,4 kV li №1 shaxsiy ehtiyoj transformatori (ShET)ni ulash shkafi; 11 – kuchlanishi 0,4 kV li №2 shaxsiy ehtiyoj transformatori (ShET)ni ulanish shkafi; 12 – kuchlanishi 0,4 kV li avtomatik boshqarish shkafi №1; 13 – kuchlanishi 0,4 kV li avtomatik boshqarish shkafi №2; 14 – nasos agregatlarini dispetcherlik boshqarish xonasi; D1, D2, D3, D4 – elektronasos qurilmalarining dvigatellari.

Ushbu dastur yordamida elektr ulanish sxemasi quriladi. Zanjirga barcha elementlarning ko'rsatkichlari (tok, kuchlanish, manbaning quvvati va h.k.) ko'rsatkichlar dasturiga kiritiladi. Elektr zanjirining texnologik talablarga javob berishini, elektr o'tkazgich simlar ko'ndalang kesim yuzasining tok miqdoriga chidamliligini, kuchlanish isrofi miqdorini, yuklamaning o'zgarishini, qisqa tutashuv toklar miqdorini, o'chirgich va kommutatsiya qurilmalarining turg'unligini, normal ish faoliyati va shunga o'xshash jarayonlarni ushbu zanjirdagi qiymatlarni qo'yib o'zgartirish orqali tekshirib chiqiladi. Agar qaysidir bir joyda xatolikka yo'l qo'yilgan bo'lsa dastur ushbu xatolikni ko'rsatib beradi. Xatolik to'g'rilangach yana zanjirni tekshirib ko'rish mumkin. Ushbu holat aniq natijaga erishilgunga qadar davom ettirilishi mumkin.

«Microsoft office excel 2007» yoki «Microsoft office Excel 2011» dasturi loyiha smeta hujjatlari uchun jadvallar tuzib, hisoblash uchun qulay. Shu sababli ushbu dastur smeta hujjatlarini tuzishda, yuklama toklarini va quvvatlarini hisoblashda, kerakli jihozlar va asboblardan sonini va miqdorini aniqlashda qulay (4.1-jadval).

4.1-jadval

Quvvat koeffitsientini «Microsoft office Excel» dasturi vositasida hisoblash

№	Nasos stansiyasining nomi	Elektr dvigatel markasi	P, kVt	Iish, A	$\cos\varphi$	$\sin\varphi$	$\tg\varphi$	Q, kVAr
1	Mehnatobod	CLY216496UZ1	200	23,2	0,83	0,56	0,67	134
2	Ulug'bek-I	CLY-2-16-49	643	74	0,84	0,54	0,64	412
3	Ulug'bek-II	SD2-85-57-8UZ	800	94	0,81	0,59	0,73	584
4	Uc h Qahramon	SL-85-43Ux4	630	71	0,85	0,53	0,62	391
5	Darg'om-I	SDN216-496UZ	1250	140	0,86	0,51	0,59	737,5
6	Yangi Kent	S-2-85-57-8	630	71	0,85	0,53	0,62	391

Ushbu dasturdan foydalanishda kerakli ma'lumotlar jadvalga kiritiladi. Hisoblash natijalariga erishish uchun formula tuziladi.

Hisoblash natijalari kompyuterda, formula asosida yechib ko'rsatiladi.

Masalan, nasos stansiyalaridagi elektrodvigatellarning quvvat koeffitsientini hisoblash talab etilsa va quvvat koeffitsientining aktiv tashkil etuvchisi $\cos\varphi$ ma'lum bo'lsa quvvat koeffitsientining reaktiv tashkil etuvchisini hisoblash uchun odatda:

$$\sin\varphi = \sqrt{1 - \cos^2\varphi} \text{ yoki } \operatorname{tg}\varphi = \frac{\sin\varphi}{\cos\varphi} \text{ ifodasi ishlatiladi.}$$

«Microsoft office Exsel» dasturi vositasida tuzilgan jadvalning 7- yoki 8-ustuniga «=» belgisini qo'yib yuqorida keltirilgan formulani tuzsak kompyuter dasturi hisob natijasini 7- yoki 8-ustunga hisoblab chiqaradi.

Agar reaktiv quvvat miqdorini aniqlash talab etilsa jadvalning 9-ustuniga $Q=P \cdot \operatorname{tg}\varphi$ formulasituzilsa, kerakli ma'lumotni kompyuter vositasida olinadi.

«Microsoft office Pover Point» dasturini loyihalarni ko'rgazma qilish, prezentatsiyalar tayyorlashda ishlatish mumkin.

Ushbu dastur yordamida loyiha hujjatlari yoki yechimlarni loyihani muhokama qilmoqchi bo'lgan omma oldida prezentatsiya qilish mumkin. Buning uchun loyihaga oid barcha yechimlar «Microsoft office Pover Point» dasturiga kritadi. Loyihani prezentatsiya qilishda hujjatlar qo'lda birin-ketin yoki vaqtga bog'liq holda avtomatik tarzda ko'rsatilishi mumkin.

«Microsoft office Word» kompyuter dasturi loyiha matn qismida foylanishda qulay. Loyihaga oid barcha matn, tushuntirish yozuvlari, jadvallar va formulalar «Microsoft office Word» kompyuter dasturiga kiritiladi va printer vositasida bosma holatda chiqarilishi mumkin. Loyiha elektron varianti xatolarni tuzatish, nusxa ko'chirishda qulaylikka ega.

Nazorat savollari:

1. Loyihalashning asosiy talablari nimalardan iborat?

2. Elektr uskunalarni joylashtirish, loyihaning texnologik qismini loyihalash kim bilan kelishilgan holda olib borilishi kerak?

3. Loyihalashda an'anaviy loyiha usullari va materiallaridan kengroq foydalanish qanday ijobiy xususiyatlarga ega?

4. Elektr ta'minot tizimlari loyihasini bajarish paytida qanday talablarga amal qilish shart?

5. Respublikamizda me'yoriy-texnik hujjatlar sifatida qanday hujjatlarga amal qilish kerak?

6. Loyiha hujjatlarini bajarishda qanday texnik vositalar va kompyuter dasturlaridan foydalaniladi?

7. «**Electronics Worcbench**» dasturi nima maqsadda ishlatiladi?

8. «**Microsoft office Exsel**» dasturi loyihaning qanday qismi uchun ishlatiladi?

9. «**Microsoft office Pover Point**» dasturida loyihalarning qanday jihatlari aks ettiriladi?

10. «**Microsoft office Word**» kompyuter dasturi qanday maqsadda ishlatiladi?

5. ELEKTR ISTE'MOLCHILAR YUKLAMALARI VA HISOBLASH USULLARI

5.1. Elektr iste'molchilar yuklamalari va hisoblash formulalari

Elektr tizimlarni loyihalashning birinchi bosqichi elektr yuklamalarni hisoblashga asoslanadi. Elektr yuklamalariga qarab elektr ta'minot tizimlaridagi elektr uskunalar tanlanadi, tekshiriladi, elektr quvvat va isrof aniqlanadi.

Elektr tizimidagi kapital xarajatlar, ekspluatatsiya xarajatlari, elektr uskunalarining ishonchligi kutiladigan yuklamalarni to'g'ri baholashga bog'liq.

Elektr tizimini loyihalashda yoki ish tartibini tahlil etishda elektr energiyasi iste'molchisi sifatida iste'molchi obyektlar (alohida elektr energiyasi iste'molchisi, bir guruh iste'molchi, nasos stansiyasi, drenaj qudug'i, suv xo'jalik obyekti) olinishi mumkin.

Yuklamalar quyidagi turlarga taqsimlanadi: aktiv — R , reaktiv — Q , to'la quvvat — S va tok — I .

Elektr energiyasini qabul qiluvchilarning ish rejimi turlicha bo'lib u vaqtga bog'liq holda o'zgarishi mumkin.

Iste'mol qilinadigan quvvatni izohlash uchun quyidagi tushunchalardan foydalanamiz:

1. Elektr energiyasi iste'molchisining nominal aktiv quvvati P_{nom} — bu ishlab chiqarilgan zavod tomonidan berilgan pasportda yoki uskuna yorlig'ida (yoritqich qurilmasining shisha kolbasida) ko'rsatilgan quvvati bo'lib, uskunaning ushbu quvvatda nominal holatda ishlashini anglatadi.

2. Ko'p elektr dvigatellardan tashkil topgan uskunada (stanok, elektropnevmatik uskuna) yoki bir qancha elektr iste'molchi elementar jamlangan qurilma elektr energiya iste'molchisi deyilishi mumkin.

Iste'molchi qurilmaning to'la quvvati ulanish muddati (UM) bilan bog'liqlikda baholanadi va $UM = I$ deb qabul qilinadi.

Ko'tarma kranlarda elektr energiyasi iste'molchisi deganda har bir mexanizmning elektr yuritmasi va hatto ikkita yuritma dvigatelning birgalikdagi quvvati qabul qininadi [3].

Qisqa takrorlanuvchi ish tartibida ishlaydigan elektr iste'molchilar uchun nominal quvvat, pasport ko'rsatkichlariga asosan uzoq muddatli ish rejimiga ko'ra quyidagi formuladan topiladi:

– elektr dvigatellar uchun: $P_{dv} = P_{pasp} \sqrt{UM_{pasp}}$

– transformatorlar uchun: $S_{nom} = S_{pasp} \sqrt{UM_{pasp}}$

Bu yerda: R_{pasp} – elektr dvigatel pasportidagi quvvat ko'rsatkichi, kVt.; S_{pasp} – transformator pasportidagi to'la quvvat ko'rsatkichi, kVA.

Ulanish muddati, $UM_{pasp} = \frac{t_u}{t_u + t_p} = \frac{t_u}{T_{ts}}$ ifodadan topilishi

mumkin.

Bu yerda: T_s – sikl davrining uzunligi; t_u – sikl davomidagi elektr iste'molchining elektr tarmog'iga ulanish vaqt uzunligi; t_p – sikldagi tanaffus (pauza) vaqt miqdori.

2. Elektr iste'molchisining nominal reaktiv quvvati deganda, nominal kuchlanishdagi va nominal aktiv quvvatdagi elektr tarmog'idan olinadigan (musbat qutbli) yoki beriladigan (manfiy qutbli) reaktiv quvvat tushuniladi.

Asinxron dvigatellarning quvvatini hisoblash uchun yuqorida keltirilgan shartlardan tashqari qo'shimcha yana: nominal qo'zg'atish toki va nominal quvvat koeffitsienti ham ko'zda tutiladi.

Qisqa takrorlanuvchi ish rejimida ishlaydigan iste'molchilarning nominal ko'rsatkichdagi pasport reaktiv quvvati – q_{pasp} , aktiv quvvatli iste'molchilar kabi uzoq muddatli ish rejimiga moslab ($UM=1$) qabul qilinadi va u quyidagi formula vositasida topiladi:

$$q_{nom} = q \cdot \sqrt{UM_{pasp}}$$

3. Bir guruh iste'molchilarning nominal quvvati (aktiv – R_{nom} va reaktiv – Q_{nom}) alohida olingan elektr iste'molchilarning yuklamalari (r_{nom} va q_{nom}) jamlanmasining o'rta arifmetik yig'indisi-

dan hisoblanadi. Bu paytda ulanish muddati 1 ga teng deb olinadi ($UM=1$) va quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$P_{nom} = \sum_{i=1}^n p_{nom} \cdot i \quad Q_{nom} = \sum_{i=1}^n q_{nom} \cdot i$$

4. Ko'rib chiqilayotgan vaqt oralig'idagi elektr energiyasi iste'molchilarining o'zgarib turuvchi yuklamasini o'rtacha qiymati olinadi. « t » vaqt oralig'idagi iste'molchining o'rtacha aktiv va reaktiv quvvati ($r_{o'rt}$ va $q_{o'rt}$) quyidagicha aniqlanadi:

$$p_{o'rt} = \frac{\int_0^t p \cdot dt}{t}; \quad q_{o'rt} = \frac{\int_0^t q \cdot dt}{t}$$

Ushbu majmuaga kiruvchi bir guruh iste'molchilarning aktiv yoki reaktiv quvvati ($R_{o'rt}$ va $Q_{o'rt}$) alohida olingan elektr iste'molchilar yuklamasi ($r_{o'rt}$ va $q_{o'rt}$) yig'indisidan olingan o'rtacha arifmetik qiymatiga ko'ra quyidagi formuladan topiladi:

$$P_{o'rt} = \sum_{i=1}^n p_{o'rt} \cdot i \quad Q_{o'rt} = \sum_{i=1}^n q_{o'rt} \cdot i$$

O'rtacha olingan qiymat asosida oylik, kunlik, sutkalik o'rtacha yuklama topiladi. Bir guruh elektr iste'molchilarning eng ko'p yuklangan ish smenasi uchun juda katta miqdordagi iste'mol qilingan elektr energiya hajmini qabul qilish mumkin. Oylik o'rtacha yuklama asosida hisob yuklamasi aniqlanadi. O'rtacha yillik ko'rsatkichga ko'ra yillik elektr energiya isrofini aniqlash mumkin.

5. Ma'lum bir vaqt oralig'idagi aktiv, reaktiv va to'la quvvat yoki tok ko'rsatkichini o'rtacha ko'rsatkich sifatida olish mumkin. Bunday qiymatlarni maksimal ko'rsatkich ko'rinishida ham qabul qilish mumkin.

Muddatning miqdoridan kelib chiqqan holda ikki xil maksimal yuklama qiymati olinadi:

— uzoq muddatli maksimal yuklama — vaqt uzunligi 10, 30, 60 minut va h.k.

– qisqa muddatli maksimal yuklama – cho‘qqi (pik) yuklama bo‘lib 1–2 soatni tashkil etadi.

30 minut vaqt orasidagi maksimal yuklama, ruxsat etilgan qizishga asosan ehtimoliy hisob yuklamasi deb qabul qilish mumkin va uni odatda, qisqacha qilib hisob yuklamasi deyish o‘rinlidir.

Ruxsat etilgan qizish asosida hisob yuklamasi aktiv quvvat R_p , kVt ; reaktiv quvvat Q_p , $kVAr$; to‘la quvvat S_p , kVA yoki tok I_p , A bo‘lishi mumkin.

Elektr ta‘minot tizimlarining elementini qizish asosida va ulardagi quvvat isrofining maksimal qiymatiga asosan hisob yuklamalarining miqdori aniqlanadi.

Elektr dvigatelning o‘z-o‘zidan ishga tushishga tekshirish, eruvchan saqlagichlardagi eruvchi elementini tanlash, maksimal tok himoyasining ishga tushish toki hamda ta‘minot tarmog‘idagi kontakt ulanishlardagi kuchlanish isrofi va iste‘molchi obyektlardagi kuchlanishning tebranishiga asosan cho‘qqi (pik) yuklamalar aniqlanadi.

Elektr yuklamalarni hisoblashda elektr energiyasi iste‘molchilarining quvvat va vaqt bo‘yicha ish rejimini tavsiflovchi yuklama grafigining turlicha koeffitsientlari qabul qilinadi.

Quyida ushbu asosiy koeffitsientlarni ma‘nosi keltiriladi:

Foydalanish koeffitsienti ($k_{f.a}$ yoki $K_{f.a}$)

Aktiv quvvatdan foydalanish koeffitsienti bir ($k_{f.a}$) va bir guruh ($K_{f.a}$) elektr iste‘molchilarning ish smenasidagi bir ($r_{o'rt.q}$) yoki bir necha ($R_{o'rt.q}$) iste‘molchidagi o‘rtacha aktiv quvvatini nominal quvvat (R_{nom} yoki r_{nom}) ga nisbatiga ko‘ra topiladi:

$$k_{f.a.} = p_{o'rt.k} / p_{nom}; \quad K_{f.a.} = P_{o'rt.k} / P_{nom} = \left(\sum_{j=1}^n k_{f.a.j} \cdot p_{nom,j} \right) / \left(\sum_{j=1}^n p_{nom,j} \right)$$

Turlicha ish rejimidagi bir guruh iste‘molchilar uchun foydalanish koeffitsienti $K_{f.a.}$ amaliy hisoblarda quyidagi formuladan foydalanish mumkin:

$$K_{f.a.} = \left(\sum_{i=1}^n P_{o'rt.k.i} \right) / \left(\sum_{i=1}^n P_{nom.i} \right)$$

Bu yerda: n – bir turga mansub turlicha rejimda ishlovchi bir guruhdagi iste'molchilar soni; $R_{o'rt.q.}$ – o'tacha yuklangan smenadagi bir guruh iste'molchilarning o'rtacha quvvati.

Aktiv quvvatdan foydalanish koeffitsienti ham sunday usulda hisoblanadi.

Shakl koeffitsienti ($K_{sh.a}$ yoki $k_{sh.a}$)

Yuklama grafigining shakl koeffitsienti deb, ma'lum bir vaqt oraliq'ida, iste'molchining yoki bir guruh iste'molchilarning o'rta kva dratik (haqiqiy r_h yoki R_h) yuklamasining ushbu vaqt oraliq'ida olingan o'rta kvadratik yuklamasi ($r_{o'rt.m}$ yoki $R_{o'rt.m}$) ga nisbatiga aytiladi. Shakl koeffitsienti quyidagi formuladan topiladi:

$$k_{sh.a.} = \frac{P_x}{P_{o'rt.m}}; \text{ yoki } K_{sh.a.} = \frac{P_x}{P_{o'rt.m}};$$

Shakl koeffitsienti vaqt bo'yicha olingan yuklama grafigining, ushbu muddat mobaynidagi notekisligini tavsiflaydi. Yuklama o'zgarmas bo'lgandagi holat uchun $K_{sh.a.} = 1$ bo'ladi.

Maksimum koeffitsienti ($K_{m.a.}$)

Aktiv quvvat ko'rinishidagi hisobiy maksimum yuklamaning $R_{his.}$ o'rtacha aktiv quvvat shaklidagi yuklama ($R_{o'rt.m.}$) ga nisbati orqali topiladi.

Hisoblash paytida o'ta yuklangan smenadagi bir guruh iste'molchilarning yuklama grafigidagi ma'lumot asos qilib olinadi:

$$K_{t.a.} = \frac{P_{his.}}{P_{o'rt.m.}};$$

Talab koeffitsienti ($K_{t.a.}$)

Bir guruh iste'molchilarning loyiha paytidagi hisob quvvati R_h yoki ekspluatatsiya paytidagi $R_{ist.}$ iste'mol qilgan quvvat miq-

dorini nominal o'rnatilgan quvvatga nisbati orqali topiladi. Bu paytda quyidagi formuladan foydalanish tavsiya etiladi:

$$K_{t.a.} = \frac{P_r}{P_{nom.}} \text{ yoki } K_{t.a.} = \frac{P_{ist}}{P_{o'rat.}}$$

Maksimumning turlicha vaqtililik koeffitsienti ($K_{tv.m.a.}$)

Elektr ta'minot tizimi tarkibiga kiruvchi bir qism elektr iste'molchilarning hisobiy aktiv yuklama (R_p) yig'indisini, ushbu ta'minot tizimidagi umumiy jamlangan yuklamaga bo'linishiga aytiladi. Buning uchun quyidagi formuladan foydalanish tavsiya etiladi:

$$K_{t.v.m.a.} = \frac{P_{his}}{\sum_{i=1}^n P_{his.i}}$$

5.2. Elektr yuklamalarni hisoblash usullari

Loyihalash amaliyotida elektr tizimlaridagi yuklamalarni hisoblashning bir qancha usullari mavjud bo'lib u asosiy va qo'shimcha turlarga bo'linadi.

Birinchi, asosiy guruhga quyidagi hisoblash usullari kiradi:

- o'rnatilgan quvvat va talab koeffitsienti;
- o'rtacha quvvat va yuklama grafigining shakli;
- o'rtacha quvvat va maksimum koeffitsienti (diagrammani tartibga solish).

Ikkinchi yordamchi guruh, quyidagi hisob usullarini qamrab oladi:

- ma'lum vaqt oralig'ida ishlab chiqarilgan mahsulot birligiga teng miqdorda sarf qilingan elektr energiyaga asosan;
- ishlab chiqarish maydoni yuzasiga teng miqdorda sarflan-gan solishtirma yuklama asosida.

Hisoblarni bajarishda yuqorida keltirilgan usulning qaysi biri-dan foydalanish, har bir usuldagi ruxsat etilgan xatolik miqdori-ga ko'ra aniqlanadi.

Yaxlitlangan hisoblarni bajarishda (jumladan, loyiha topshirig'ini tayyorlash bosqichida) alohida olingan iste'molchilar guruhi (nasos stansiyasi, mexanik ustaxona, drenaj nasoslar tizimi va h.k.)ning umumiy yig'indi quvvatiga tayaniladi yoki boshqacha qilib aytganda asos qilib olinadi. Alohida iste'molchining quvvati yoki yuklamasi asosida olingan ma'lumotlar eng aniqdir. Yuqorida keltirilgan elektr yuklamalarni hisoblash usullarining qanday paytda ishlatilishini ko'rib chiqamiz [3].

5.3. Elektr yuklamalarni hisoblashning asosiy usullari

Talab ko'effitsienti usuli. Ushbu usulda hisobni olib borish paytida bitta yoki bir nechta, bir guruh iste'molchilarning lug'atdan olingan yoki oldindan to'plangan materiallar asosida, o'rnatilgan quvvati — R_{nom} , quvvat ko'effitsienti — $\cos\varphi$, talab ko'effitsienti — $K_{talab,a}$, ko'rsatkichlarini bilish talab etiladi [3].

Bir xil ish rejimida ishlovchi bir guruh elektr iste'molchilarning hisob yuklamasi quyidagi formuladan topiladi:

$$P_{hisob} = K_{talab,a} \cdot P_{nom}, \quad 5.1$$

$$Q_{hisob} = P_{hisob} \cdot tg\varphi, \quad 5.2$$

$$S_{hisob} = \sqrt{P_{hisob}^2 + Q_{hisob}^2} \quad 5.3$$

Bu yerda, $tg\varphi$ — ushbu guruhga mansub iste'molchilarning $\cos\varphi$ sig'a mos keladigan ko'rsatkich.

Elektr tizimlarning bo'g'inidagi turlicha rejimdagi bir guruh iste'molchilar yuklamasini hisoblash bir qancha ma'lumotlarga to'liq ega bo'lishni talab etganligi bois uni quyidagi formuladan hisoblash mumkin:

$$S_{his} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^n P_{his,i}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^n Q_{his,i}\right)^2} K_{his,m}, \quad 5.4$$

Bu yerda: $\sum_{i=1}^n P_{his,i}$ — alohida, bir guruh iste'molchilar hisobiy

aktiv yuklamasining yig'indisi; $\sum_{i=1}^n Q_{his,i}$ — alohida, bir guruh iste'molchilar hisobiy reaktiv yuklamasining yig'indisi; $K_{his,m}$ — bir guruh iste'molchilardagi yuklama maksimum qiymatining turlicha vaqtdalik koeffitsienti.

$K_{his,m}$ ning qiymatini hisoblash uchun taxminiy 0,9 ga teng deb qabul qilish mumkin. Bunday holat uchun elektr ta'minot tizimining bir bo'lagi uchun hisobiy yig'indi quvvati umumiy quvvatning o'rtacha qiymatidan past bo'lmashligi shart.

Hisobiy kuch yuklamani, o'rnatilgan quvvat va talab koeffitsienti orqali hisoblash yaqinlashtirish usulida hisoblash usuliga kiritiladi, shu sababdan uni nasos stansiyasi, suv ta'minot tashkiloti kabi yirik obyektlardagi yuklamani taxminiy hisoblashda qo'llash tavsiya etiladi.

Yuklamani statistik hisoblash usuli. Bunday usulda yuklamani hisoblaganda bir guruh iste'molchilarning yuklamasini hisoblashda ikki xil integral usuldan foydalaniladi.

Buning uchun tenglamadan: $R_{o'rt.y.}$ — o'rtacha yuklama; va $\sigma_{o'rt.y.}$ — o'rta kvadratik taxminiy qiymatlarga asosan hisoblanadi.

Bu yerda: r — tarqalishning qabul qilingan o'lchami; T — o'rtacha yuklamada ishlash vaqt oralig'ining qiymat ko'rsatkichi.

« m » va « n »ning o'rtacha qiymatdagi yuklamasining guruhli grafigi uchun quyidagi formula o'rinlidir:

$$P_{st.T} = \frac{(p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_m)}{m} \quad 5.5$$

Bu yerda: m — vaqt kesimining uzunligi ($T = Z \cdot T_0$ vaqt oralig'ida tok o'tkazuvchi qismning qizishi turg'unlashadi). T_0 — o'tkazgichning qizish doimiysi. Uzoq muddatli vaqt uchun tuzilgan, bir nechta guruhga bo'lingan grafik.

Bir guruh iste'molchilarning yuklama grafigidagi o'rta kvadratik og'ish miqdori quyidagi formuladan topiladi:

$$\sigma_{o'rt} = \frac{\sqrt{(P_1 - P_{o'rt})^2 + (P_2 - P_{o'rt})^2 + \dots + (P_m - P_{o'rt})^2}}{m} \quad 5.6$$

Har bir guruhdagi iste'molchilarning o'rtacha yuklamasi $R_{his, IT}$ dan ortmasligini inobatga olib ehtimoliy qiymat aniqlanishi mumkin.

Statistik usul har qanday yangidan paydo bo'luvchi xohlagan elektr iste'molchining yuklamasini topish imkonini beradi. Bu usul kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan elektr energiyasi iste'molchilar yuklamasini hisoblashda qulay hisoblanadi.

Shakl koeffitsienti va o'rtacha quvvatga asosan hisob yuklamasini aniqlash. Usulning negizida hisobiy va o'rta kvadratik yuklama yotadi. Bir guruh qisqa takrorlanuvchi ish rejimida ishlovchi iste'molchilar uchun barcha holatlarni e'tiborga oluvchi ehtimoliy holatlarga ruxsat etiladi. Guruhda iste'molchilar soni ko'p bo'lib ularning orasida guruh iste'molchilarining yuklama grafigini o'zgartira oladigan yirik iste'molchilar bo'lmasa, u uzoq muddatli ish rejimida ishlovchi bir guruh iste'molchilar uchun ham foydalanishga yaroqli hisoblanadi.

Ushbu usul suv xo'jaligi obyektlaridagi elektr iste'molchi korxonalarda transformator podstantsiyasidagi transformatorlarning past kuchlanishli shinalarda, tarqatish qurilmalaridagi kuchlanishi 10 kV li tarmoqlarda va shakl koeffitsienti $K_{sh.a.} = 1, \dots, 2$ oralig'ida bo'lgan iste'molchi tarmoqlarda foydalanishga yaroqli.

Bir guruh iste'molchilarning hisob yuklamasi quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$P_{his} = K_{sh.a.} \cdot P_{o'rt.m.} \quad 5.7$$

$$Q_{his} = K_{sh.a.} \cdot Q_{o'rt.m.} \text{ yoki}$$

$$Q_{his} = K_{sh.a.} \cdot P_{his} \cdot \operatorname{tg} \varphi \quad 5.8$$

Bu yerda: $Q_{o'rt.m} = P_{o'rt.m} \cdot tg\varphi$

$K_{sh.a}$ ning qiymati, yuklamasi oz o'zgaradigan suv xo'jalik obyektlari va nasos stansiyalarida aksariyat hollarda o'zgarmasdan qoladi. Shu sababli shakl koeffitsientini loyiha paytida tadqiqot natijalariga ko'ra qabul qilinadi. Bunda an'anaviy va ma'lum texnologiya va texnik vositalarda olingan ma'lumotlardan foydalaniladi.

Tadqiqot ma'lumoti bo'lmasa yoki yetarlicha ma'lumotlarga ega bo'linmasa u holda foydalanish koeffitsientini $K_{sh.a} = 1,1 \div 1,2$ deb olinishi mumkin.

Bunday holat uchun eng kam ko'rsatkichlar elektr ta'minotining yuqori pog'onalariga to'g'ri keladi. Shakl koeffitsienti asosida xohlagan usuldagi o'ta yuklangan smenadigi o'rtacha yuklama $R_{o'rt.m.}$ va $Q_{o'rt.m.}$ o'rnatilgan quvvat va foydalanish koeffitsienti topilishi mumkin:

$$P_{his} = K_{m.a} \cdot P_{o'rt.m} = K_{m.a} \cdot K_{foyd.a} \cdot \sum_{i=1}^n P_{nom.i}, \quad 5.9$$

Smena davomida ishlab chiqarilgan mahsulotga sarflangan elektr energiya miqdorining mahsulot birligiga nisbati quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$n_{sam} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{nom.i} \right)}{\sum_{i=1}^n P_{nom.i}^2}. \quad 5.10$$

Foydalanish shartiga ko'ra ma'lumotni olishda, elektr tarmog'ida o'rnatilgan aktiv va reaktiv energiya hisoblagichining ko'rsatkichlaridan foydalaniladi.

Tartibga solinadigan diagrammalar usuli. Ushbu usul yordamida elektr ta'minot tarmog'ining barcha bo'g'inlarida elektr iste'molchilarning yuklamasi hisoblanadi. Ushbu usulda o'rtacha

quvvat va maksimum koeffitsientiga ko'ra yuqoridagi 5.9-formuladan foydalanish mumkin:

Maksimum koeffitsientining qiymati ushbu guruhga kiruvchi elektr iste'molchilardan samarali foydalanish koeffitsientiga asosan hisoblanadi.

Turlicha ish rejim va har xil quvvatga ega bo'lgan elektr iste'molchilarning samarali soni deganda, quvvati, ish rejimi, yuklamasi bir xil bo'lgan bir guruhga mansub iste'molchilar nazarda tutiladi. U 5.10-formulada hisoblanadi.

Maksimum koeffitsientini jadval yoki egri chiziqlar vositasida topish mumkin.

Ushbu usulda reaktiv hisobiy yuklama quyidagiga teng deb olish mumkin:

$$n_{sam} \geq 10 \text{ bo'lsa, } Q_{sam} = 1,1 \cdot Q_{o'rta.m.}$$

$$n_{sam} < 10 \text{ bo'lsa, } Q_{sam} = Q_{o'rta.m.}$$

Tartibga solinadigan diagrammalar usulida xatolik bo'yicha 10% ehtimoliy xatolik ruxsat etiladi. Ammo, amaliy hisoblarda xatolik ko'rsatkichi 20–40% dan ham ortib ketishi mumkin. Shuning uchun ushbu usulni qo'llashda ma'lumotlarni diqqat bilan tekshirish va hisob natijalariga jiddiy e'tibor berish talab etiladi.

5.4. Yuklamani hisoblashning qo'shimcha usullari

Mahsulot birligi bo'yicha elekt energiya sarfini hisoblash usuli. Bir qator elekt energiyasi iste'molchilari o'zgarmas yoki o'zgaruvchan yuklama grafigi bo'yicha ishlashi mumkin. Bunday iste'molchilarga ventilatorlar, nasoslar, elekt energiyasini boshqa turga aylantiruvchi, filtrlovchi qurilmalar, transformatorlar, qarshilik asosida ishlovchi elekt isitkichlar, ko'tarish moslamalari, liftlar, kranlar va shu kabi uskunalarni kiritish mumkin.

Bunday iste'molchilar butun ish smenasi davomida bir maromda ishlagani bois undagi ishlab chiqarish qobiliyati, ishlab chiqa-

rilgan mahsulot birligiga ko'ra hisoblanishi mumkin. Ushbu ko'rsatkich vaqtga bog'liq holda quyidagi formulada hisoblanadi:

$$P_{his} = P_{o'rt.m} = \frac{e_{sol.en.sarf} \cdot N_{sm}}{T_{sm}}$$

Bu yerda: $e_{sol.en.sarf}$ — mahsulot birligiga mos keluvchi solishtirma elektr energiya sarfi, kVt.s; N_{sm} — smena davomida ishlab chiqarilgan mahsulot miqdori (uskunaning ishlab chiqarish quvvati); T_{sm} — o'ta yuklangan smenaning vaqt uzunligi, soat.

Mahsulot birligiga teng keluvchi solishtirma elektr energiya haqidagi ma'lumotga ega bo'linganda natural ko'rinishda $e_{sol.en.sarf}$ va yillik ishlab chiqariladigan mahsulot hajmida N_{yil}^n asos stansiyasi yoki suv xo'jalik korxonasi uchun quyidagi formuladan topiladi:

$$P_{his} = \frac{e_{sol.en.sarf} \cdot N_{yil}}{T_{max.n.st}} \quad 5.11$$

Bu yerda: $T_{max.n.st}$ — nasos stansiyasining maksimal yuklamadan foydalanish muddati, soat.

Alohida olingan texnologiya uskunalarining elektr energiya sarfi haqidagi ma'lumot aniq bo'lsa u holda nisbiy yuklamani quyidagi formuladan hisoblash mumkin.

Nasos stansiyasi uchun:

$$P_{his.n.st} = \frac{\sum_{i=1}^n e_{sol.en.sarf} \cdot T_{yil,i}}{T_{max.n.st} + P_{his.n.ct}} \quad 5.12$$

Bir guruh nasos agregatlari yoki nasos stansiyalari uchun:

$$P_{his.n.st.lari} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{his.n.st,i} + P_{his.n.st.lar}}{K_{his.m.a.}} \quad 5.13$$

Bu yerda: $e_{sol,i}$ va $N_{yil,i}$ — alohida agregatlar uchun solishtirma va yillik elektr energiya sarfi; $R_{his,i}$ va $R_{his.\Sigma n.st.}$ — eng ko'p yuklangan smenadagi hisob yuklamasi (nasos stansiyasi yoki bir nechta nasos stansiyalari); p — nasos agregatlari soni; t — hududdagi nasos stansiyalarining umumiy soni.

Ishlab chiqarish hududiga mos keluvchi solishtirma yuklama usuli. Ayni olingan obyekt (nasos stansiyasi, qurilmalar yoki hududga yoki hududdagi elektr iste'molchilar majmuasi)dagi bir necha iste'molchidan tashkil topsa va ular hudud bo'yicha o'rtacha taqsimlanganda ushbu usul ishlatiladi. Universal tarmoqlar, magistral shina o'tkazgichda bajarilib, harakatlanuvchi qurilmalar, uskuna va texnikaga xalal bermaydigan qilib yotqiziladi.

Bir guruh iste'molchilarning yuklamasi quyidagicha hisoblanadi:

$$P_r = p_{sol} \cdot F \quad 5.14$$

Bu yerda: R_{sol} — 1 m² ishlab chiqarish maydoniga teng keluvchi solishtirma hisobiy quvvat; F — bir guruh iste'molchilar joylashgan maydon, m².

Solishtirma yuklama statistik ma'lumotlardan olinadi. Uning qiymati ishlab chiqarilgan mahsulot, egallangan maydon, shina o'tkazgichlar uzunligiga bog'liq holda topiladi. U 0,06–0,6 kVt/m² miqdorida bo'ladi.

Ushbu usuldan loyihalashda taxminiy va dastlabki ko'rsatkichlarni olish, iste'molchilar yuklamasini hisoblashda foydalanish mumkin.

5.5. Bir fazali iste'molchilar yuklamasini e'tiborga olgan holda hisobiy yuklamani aniqlash

Suv xo'jaligi obyektlari va nasos stansiyalarida bir fazali va uch fazali iste'molchilar bilan bir qatorda ko'chmas va ko'chiriladigan bir fazali elektr iste'molchilar ham mavjud. Ushbu iste'molchilar elektr tarmog'ining faza (220 V) yoki liniya (380 V) kuchlanishiga ulanishi mumkin. Loyihalash paytida uch fazali tarmoqdagi, bir fazali elektr iste'molchilarni elektr tarmoqdagi simmetrik re-

jimni ta'minlash maqsadida fazalararo teng taqsimlashga erishish kerak. Ammo buning har doim ham imkoniyati mavjud emas. Umumiy tarmoqdagi yuklamaga nisbatan, elektr tarmog'idagi fazalararo yuklamalar farqi 15% dan ortmasa, fazalar teng yuklangan deb qabul qilish mumkin. Agar yuklama tengsizligi 15% dan ortsa, yuklamasi teng bo'lmagan elektr iste'molchilarning shartli uch fazali nominal quvvati $R_{nom.sh.}$ aniqlanadi.

Fazalardagi yuklamasi noteng bo'lgan bir fazali iste'molchilarning umumiy soni 4 tagacha bo'lganda, $R_{nom.sh.}$ soddalashtirilgan usulda aniqlanadi.

Bir fazali iste'molchilar faza kuchlanishiga ulanganda $R_{nom.sh.}$ maksimal yuklangan fazadagi $R_{nom.maks.f.}$ nominal kuchlanishning uch karra ko'paytirilganligiga teng deb qabul qilinib quyidagicha hisoblanadi:

$$P_{nom.sh.} = 3 \cdot P_{nom.maks.f.} \quad 5.15$$

Bir fazali iste'molchilar liniya kuchlanishiga ulanganda, shartli uch fazali nominal quvvat quyidagicha hisoblanadi:

a) bitta iste'molchi bo'lganda

$$P_{nom.sh.} = \sqrt{3} \cdot P_{nom.l.}, \quad 5.16$$

bu yerda, $r_{nom.l.}$ — iste'molchining nominal quvvati;

b) uch fazali tarmoqning turlicha fazalaridagi liniya kuchlanishiga ulangan ikki-uch iste'molchilarda:

$$P_{nom.sh.} = 3 \cdot P_{nom.l.} \quad 5.17$$

Bu yerda, $r_{nom.l.}$ — eng ko'p yuklangan fazadagi iste'molchining nominal quvvati.

Agar fazalararo taqsimlangan noteng yuklamali iste'molchilarning soni to'rttadan ortiq bo'lsa, shartli uch fazali nominal quvvatni eng ko'p yuklangan fazadagi nominal quvvatni hisoblash kabi topiladi. Bunda eng ko'p yuklangan faza deb, o'rtacha noteng iste'molchilar quvvati maksimal qiymatga ega bo'lgan faza olinadi. Har bir fazaning o'rtacha yuklamasi, bir fazali iste'mol-

chilari aralash bo'lgan, ya'ni bir qism iste'molchilari faza kuchlanishiga va bir qismi esa liniya kuchlanishiga ulangan fazalardagi iste'molchilarni bir fazali yuklama yig'indisi (faza-nol) va liniya kuchlanishiga ulangan iste'molchilarning faza kuchlanishiga keltirilgan yig'indisini jamlash orqali hisoblanadi. Keltirish koeffitsientining qiymatlari 5.1-jadvalda berilgan.

1-masala. Agar A fazaga nominal quvvati $r_{nom.A} = 40 \text{ kVt.}$, quvvat koeffitsienti $\text{tg}\phi = 1,73$, foydalanish koeffitsienti $k_{f.a} = k_{f.r} = 0,4$ bo'lgan iste'molchi ulangan bo'lsa. Liniya kuchlanishiga A va S hamda A va V fazalarga shunga mos ravishda nominal quvvati $r_{nom.AS} = 20 \text{ kVt.}$, $r_{nom.AV} = 40 \text{ kVt}$ va bir fazali quvvat koeffitsienti $\text{tg}\phi = 2,3$ ($\text{sos}\phi = 0,4$) va foydalanish koeffitsienti $k_{f.a} = k_{f.r} = 0,25$ iste'molchi ulangan. A fazadagi o'rtacha yuklamani aniqlang.

5.1-jadval

Keltirish koeffitsientlari

Belgilanishi	$\cos\phi$ qiymatlari							
	0,4	0,5	0,6	0,65	0,7	0,8	0,9	1,0
$r(AV)A, r(VS)V, r(SA)S$	1,17	1	0,89	0,84	0,8	0,72	0,64	0,5
$r(AV)V, r(VS)S, r(SA)A$	-0,17	0	0,11	0,16	0,2	0,28	0,36	0,5
$q(AV)A, q(VS)V, q(SA)S$	0,86	0,58	0,38	0,3	0,22	0,09	-0,05	-0,29
$q(AV)V, q(VS)S, q(SA)A$	1,44	1,16	0,96	0,88	0,8	0,67	0,53	0,29

Yechilishi:

1. 5.1-jadvaldan keltirish koeffitsientlarini aniqlaymiz:

$$r_{(SA)A} = -0,17; r_{(AV)A} = 1,17; q_{(AS)A} = 1,44; q_{(AV)A} = 0,86$$

2. Eng ko'p yuklangan smenadagi A fazadagi o'rtacha aktiv va reaktiv quvvat qiymatini topamiz:

$$R_{o'rt.m.(A)} = k_{f.a} \cdot r_{nom.AS} \cdot r_{(AS)A} + k_{f.a} \cdot r_{nom.AV} \cdot r_{(AV)A} + k_{f.a} \cdot r_{nom.A} = 0,25 \cdot 20 \cdot (-0,17) + 0,25 \cdot 40 \cdot 1,17 + 0,4 \cdot 40 = 26,85$$

$$Q_{o'rt.m.(A)} = k_{f.r} \cdot r_{nom.AS} \cdot q_{(AS)A} + k_{f.r} \cdot r_{nom.AV} \cdot q_{(AV)A} + k_{f.r} \cdot q_{nom.A} = 0,25 \cdot 20 \cdot 1,44 + 0,25 \cdot 40 \cdot 0,86 + 0,4 \cdot 69,2 = 43,48 \text{ kVar}$$

bu yerda: $q_{nom.A} = r_{nom.A} \operatorname{tg} \phi = 40 \cdot 2,3 = 92 \text{ kVar}$;

3. Uch fazali tok tarmog'idagi o'rtacha shartli yuklama ($R_{o'rt.m.sh.}$ va $Q_{o'rt.m.sh.}$) masala shartiga ko'ra (ikkita iste'molchi uch fazali tarmoqning turlicha liniya kuchlanishlariga ulangan va bir fazali iste'molchi ulanganda) maksimal yuklangan A faza uchun hisoblanadi:

$$R_{o'rt.m.u.} = 3 \cdot R_{o'rt.m.f} = 3 \cdot 26,85 = 80,55 \text{ kVt.};$$

$$Q_{o'rt.m.u.} = 3 \cdot Q_{o'rt.m.f} = 3 \cdot 43,48 = 130,44 \text{ kVar}$$

bu yerda, $R_{o'rt.m.u.}$ va $Q_{o'rt.m.u.}$ — maksimal yuklangan fazaning o'rtacha (aktiv va reaktiv) yuklamasi.

Uch fazali tarmoqda, bir va uch fazali elektr energiyasi iste'molchilar birgalikda ishlaganda, bo'lim (tugun)dagi yuklama quyidagi formuladan topiladi:

$$P_{r.tug} = K_{m.a} \left(\sum_{i=1}^{n_1} P_{rt.m.i} + \sum_{i=1}^{n_2} P_{rt.m.u.i} \right) + \sum_{i=1}^{m_1} P_{rt.m.i} + \sum_{i=1}^{m_2} P_{rt.m.i} \quad 5.18$$

Elektr iste'molchilarning samarali soni $n_{sam} \leq 10$ bo'lganda:

$$Q_{r.tug} = 1,1 \left(\sum_{i=1}^{n_1} Q_{rt.m.i} + \sum_{i=1}^{n_2} Q_{rt.m.u.i} \right) + \sum_{i=1}^{m_1} Q_{rt.m.i} + \sum_{i=1}^{m_2} Q_{rt.m.i} \quad 5.19$$

Elektr iste'molchilarning samarali soni $n_{sam} > 10$ bo'lganda:

$$Q_{r.tug} = \sum_{i=1}^{n_1} Q_{rt.m.i} + \sum_{i=1}^{n_2} Q_{rt.m.u.i} + \sum_{i=1}^{m_1} Q_{rt.m.i} + \sum_{i=1}^{m_2} Q_{rt.m.i} \quad 5.20$$

bu yerda, n va m — o'zgaruvchan va doimiy yuklama grafi-gi asosida ishlovchi uch fazali elektr iste'molchilar soni n_2 va m_2

– o‘zgaruvchan va doimiy yuklama grafigi asosida ishlovchi bir fazali elektr iste’molchilar soni.

5.6. Cho‘qqi (PIK) yuklamalarni aniqlash

Elektr ta’minot sistemalarini loyihalashda cho‘qqi yuklama sifatida cho‘qqi (avj) nuqtasidagi tok olinadi [3].

Bir guruh elektr iste’molchilarning cho‘qqi toki, kuchlanishga nisbatan faza burchak ostida orqada qoluvchi tokda ishlovchi dvigatellar guruhining eng katta yurgizish toklari arifmetik yig‘indilari barcha iste’molchilar yig‘indi toklaridan ayrilgan qiymatga ko‘ra aniqlanadi. Uni quyidagi formula asosida bayon etish mumkin:

$$I_{cho'qqi} = i_{n,max.} + (I_p - k_{i,a.} \cdot i_{no,max.}) \quad 5.21$$

Bu yerda, $i_{n,max.}$ – pasport ko‘rsatkichlari asosida aniqlanadigan bir guruh iste’molchi dvigatellarning eng katta yurgizish toki; I_p – bir guruh iste’molchilarning hisob toki; $k_{i,a.}$ – foydalanish koeffitsienti (eng katta yurgizish tokiga ega bo‘lgan dvigatel uchun); $i_{n,max}$ – dvigatelning nominal toki (ulanish muddati $UM=1$ bo‘lgandagi yurgizish toki bilan).

Agar elektr iste’molchilar soni uncha ko‘p bo‘lmasa va iste’molchilardagi o‘rnatilgan quvvatlar o‘zaro keskin farq qilsa va ushbu guruhda yirik quvvatli sinxron dvigatellar ulangan bo‘lsa cho‘qqi toki quyidagicha aniqlanadi:

$$I_{cho'qqi} = i_{n,max.} \frac{\sqrt{(P_{o'rt,m} - p_{o'rt,m.})^2 + (Q_{o'rt,m.} - q_{o'rt,m.})^2}}{\sqrt{3} \cdot U_{nom}}, \quad 5.22$$

bu yerda, $R_{o'rt,m.}$ va $Q_{o'rt,m.}$ – o‘ta yuklangan smenadagi bir guruh iste’molchilarning o‘rtacha aktiv va reaktiv yuklamasi; $r_{o'rt,m.}$ va $q_{o'rt,m.}$ – o‘ta yuklangan smenadagi ishga tushuvchi bir guruh dvigatellarning o‘rtacha aktiv va reaktiv yuklamasi; K_m – bir guruh iste’molchilarning maksimum koeffitsienti.

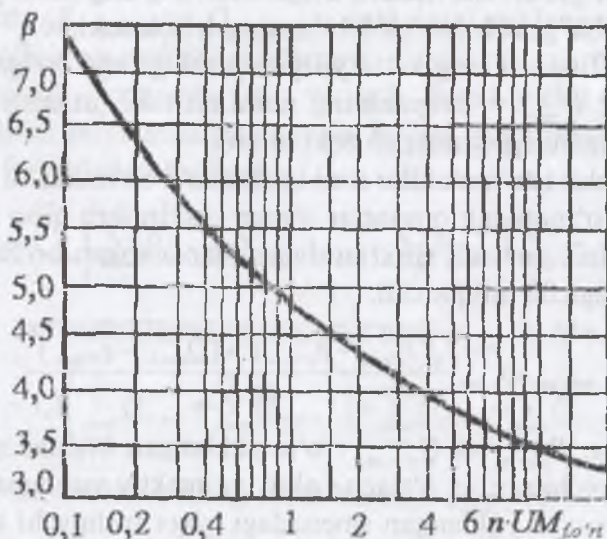
Bir fazali kontakt payvandlash uskunalari bo‘lgan tarmoqdagi cho‘qqi toki, uskunaning pasporti asosida olinadi va quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$I_{cho'qqi} = 0,865 k_{yukl.o'rt} \cdot UM_{f.o'rt} \cdot \sum_{i=1}^n I_{pas.i} + \beta \sqrt{UM_{f.o'rt} (1 - UM_{f.o'rt}) \sum_{i=1}^n I_{pas.i}^2 \cdot k_{yukl.o'rt}} \quad 5.23$$

bu yerda, $UM_{f.o'rt} = \frac{UM_{f.1} + \dots + UM_{f.n}}{n}$ – mashinalarning

o'rtacha haqiqiy ulanish muddati; $UM_f, \% = \frac{t_u \cdot m \cdot N}{3600} \cdot 100$ dan to-

piladi. t_i – bitta nuqtani payvandlash vaqti; m – bitta detaldagi payvandlanadigan nuqtalar soni; N – bir soatda payvandlanadigan detallar soni; $I_{pas.i}$ – imashinaning pasport ko'rsatkichidagi toki; $k_{yukl.urt}$ – payvandlash mashinasi uchun o'rtacha yuklanish qiymati; β – egri chiziqlar yordamida olinadigan statistik ko'rsatkichlar bo'lib u, $n \cdot UM_{f.o'rt}$ ga bog'liq bo'ladi, agar $n \geq 4$ va $UM_f \leq 0,1$; agar $UM_{f.o'rt} > 0,2$ va $n \geq 10 \cdot \beta$ bo'lganda 5,1 olinadi.



5.1-rasm. $n \cdot UM_{f.o'rt}$ funksiyasi asosida β ni aniqlash grafiği.

Bitta iste'molchining cho'qqi tokini topishda pasport ma'lumotlari asos qilib olinadi. Masalan, elektr dvigatelda – yur-

gizish toki; elektr istitish pechkasi yoki payvandlash transformatorida – cho'qqi toki.

Mabodo elektr uskunalarning pasport ma'lumotlari mavjud bo'lmasa u holda asinxron va sinxron elektr dvigatellar yurgizish toki o'rnida nominal tokning 5 baravariga teng bo'lgan qiymat olinadi. O'zgarmas tok va faza rotorli asinxron elektr dvigatellar uchun yurgizish toki nominal tokning 2–2,5 martaga ko'paytirilgan qiymati olinadi; elektr istitish pechkalari va payvandlar transformatorlari uchun nominal tokning 3 karra orttirilgan qiymati qabul qilinadi. Avtomatik tarzda ishga tushuvchi bir guruh elektr dvigatellarning yurgizish toki o'rnida ushbu dvigatellarning umumiy yurgizish toklari yig'indisi olinadi.

2-masala. Agar nominal ko'rsatkichlari $r_{nom1} = r_{nom2} = 10 \text{ kVt.}$; $r_{nom3} = r_{nom4} = r_{nom5} = 12 \text{ kVt.}$; $r_{nom6} = 8 \text{ kVt.}$; $tg\varphi_{1-5} = 0,75$ ($\cos\varphi_{1-5} = 0,8$); $tg\varphi_6 = 0,68$ ($\cos\varphi_6 = 0,83$); Foydalanish koeffitsienti $k_{f.a1-5} = 0,15$, $k_{f.a6} = 0,2$; Dvigatellarning ishga tushish davriylik koeffitsienti (K_{yu}) 1 ÷ 5-dvigatel uchun – 5, 6-dvigatel uchun – 2,5 teng bo'lsa, kuch tarmog'iga ulangan bir guruh elektr dvigatellarning cho'qqi tokini hisoblang.

Yechilishi:

1. Guruhdagi elektr iste'molchilarning samarali sonini aniqlaymiz:

$$n_{sam.} = \sum_{i=1}^6 (p_{nom.i})^2 / \sum_{i=1}^6 p_{nom.i}^2 = 64^2 / (2 \cdot 10^2 + 3 \cdot 12^2 + 8^2) \approx 6$$

2. O'rtacha aktiv va reaktiv yuklamani topamiz:

$$P_{o'rt.m.} = \sum_{i=1}^6 p_{o'rt.m.i} = \sum_{i=1}^6 k_{f.a.i} \cdot p_{nom.i} = 0,15 \cdot 56 + 0,2 \cdot 8 = 10 \text{ kVt}$$

$$Q_{o'rt.m.} = \sum_{i=1}^6 p_{o'rt.m.i} \cdot tg\varphi_i = 8,4 \cdot 0,75 + 1,6 \cdot 0,68 = 7,3 \text{ kVAr}$$

3. Bir guruh iste'molchilar uchun foydalanish koeffitsientini topamiz:

$$K_{f.a.} = P_{o'rt.m} / \sum_{i=1}^6 p_{nom.i} = 10 / 64 = 0,156$$

4. Kuch tarmog'iga ulangan elektr dvigatellarning hisob toki quyidagicha topiladi:

$$I_{ish} = \frac{S_{ish}}{\sqrt{3}U_{nom}} = \frac{\sqrt{(K_{m.a.} \cdot P_{o'rt.m})^2 + Q_{o'rt.m}^2}}{\sqrt{3}U_{nom}} = \frac{1000\sqrt{(2,4 \cdot 10)^2 + 7,3^2}}{\sqrt{3} \cdot 380} = 38,2 \text{ A}$$

bu yerda, $K_{m.a.}$ 3,1-rasmdagi grafik asosida aniqlanadi $n_{sam} = 6$ va $K_{f.a.} = 0,156$ olinadi.

5. Dvigatelning yurgizish toki quyidagicha hisoblanadi:

$$i_{yu.1.} = i_{yu.2.} = K_{yu} \cdot i_{nom.1} = \frac{p_{nom1}}{\sqrt{3} \cdot \cos \varphi \cdot \eta} = 5 \frac{10 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,82} = 115,94 \text{ A}$$

$$i_{yu.3.} = i_{yu.4.} = i_{yu.5} = 5 \frac{12 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,82} = 139,13 \text{ A}$$

$$i_{yu.6} = 2,5 \frac{8 \cdot 1000}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,82} = 43,12 \text{ A}$$

1 va 2-elektr dvigatel maksimal tokka ega $i_{n.max} = 139,13 \text{ A}$

6. Bir guruh dvigatellarning cho'qqi toki quyidagicha hisoblanadi:

$$I_{cho'qqi} = 139,13 + (38,2 - 0,15 \cdot 27,83) = 173,1$$

5.7. Elektr ta'minot tizimining turli pog'onalarida elektr yuklamalarni hisoblash

Suv xo'jaligi obyektlari va korxonalaridagi elektr ta'minot sistemasidagi elektr yuklamalarini aniqlash elektr energiyasi iste'molchilari ulangan joy uchun bajariladi. Bunda past va yuqori kuchlanishli tarmoqlar alohida ko'rib chiqiladi. 2.2-rasmda korxonaning umumlashtirilgan elektr ta'minot sxemasi keltirilgan.

Elektr ta'minot sxemasida keltirilgan nuqtalardagi tarmoqning barcha elementlarini past pog'onadan yuqori pog'onaga tomon tahlil etamiz.

1. Har qanday kuchlanishdagi bitta iste'molchi uskuna tomonidan hisob yuklamasi sifatida iste'molchi pasport ko'rsatkichidagi yuklama miqdori qabul qilinadi. Ushbu yuklama asosida ta'minot liniyasining kesim yuzasi, kommutatsiya va himoya uskunasi turg'unlik toki tanlanadi.

2. Bir guruh iste'molchilar uchun yoritish tarmog'ining yuklamasi, kompensatsiyalash qurilmalari yuklamasi bilan birgalikda umumiy iste'molchilarning yuklamasi jamlab hisoblanadi.

Masalan, SHRA-3 (5.2-rasm) uchun umumiy hisob yuklamasi S_{r2} quyidagicha topiladi:

$$S_{x.2} = \sqrt{(P_{x.2} + P_{x.yo})^2 + (Q_{x2} + Q_{x.yo} - Q_{k.k})^2} \quad 5.24$$

bu yerda, R_{x2} , $R_{x.yo}$ – kuch va yoritish qurilmalarining aktiv hisob yuklamasi; Q_{x2} , $Q_{x.yo}$ – kuch va yoritish qurilmalarining reaktiv hisob yuklamasi ($Q_{x.yo}$ – gazorazryad qurilmalar ishlatilganda e'tiborga olinadi); $Q_{k.k}$ – kompensatsiyalovchi qurilmalarning o'rnatilgan quvvati.

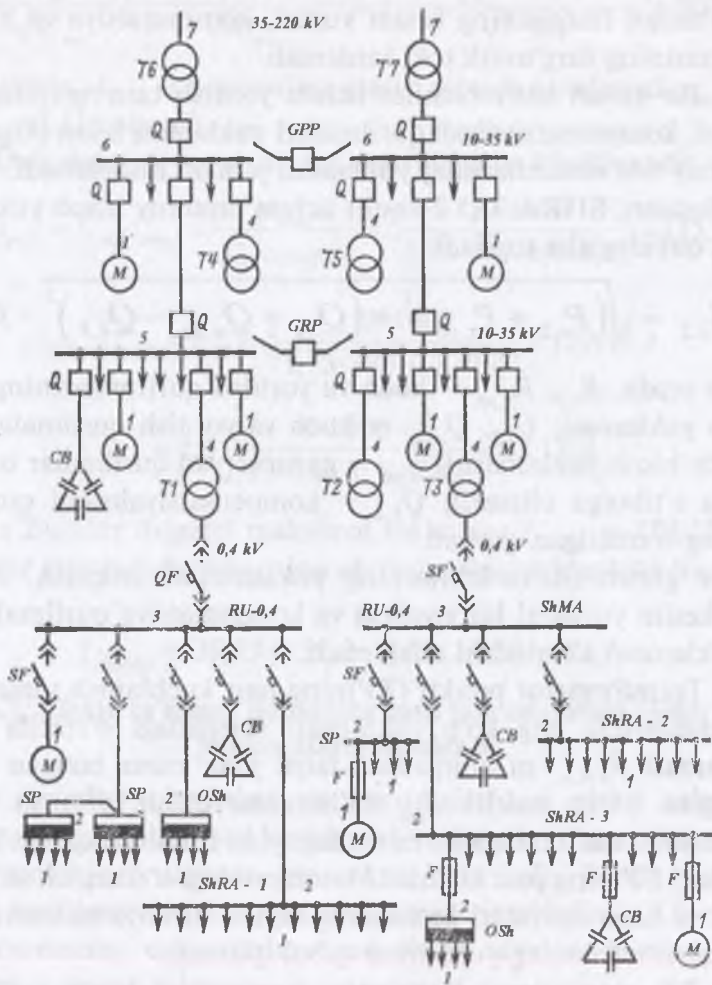
Bir guruh iste'molchilarning yuklamasini aniqlash, o'tkazgich kesim yuzasini himoyalash va kommutatsiya qurilmalaridagi yuklamani aniqlashni talab etadi.

3. Transformator punkti (TP)ning past kuchlanish tomonidan ta'minlanuvchi eng ko'p yuklangan smenadagi o'rtacha hisob yuklamasi $S_{o'rt.m.}$ ni aniqlashda faqat juda zarur bo'lgan holatlardagina yarim soatlik S_{ish} ma'lumotlar qabul qilinishi mumkin. Ushbu ma'lumotga ko'ra sexdagi yoki ishlab chiqarish korxonasidagi TP ning past kuchlanish tomonidagi o'tkazgich shinalar, kabel va havo liniyalari ko'ndalang kesimi himoya va kommutatsiya qurilmalarining yuklamasi qabul qilinadi.

4. TP ning yuqori kuchlanish tomonidagi hisob yuklamasi quyidagi formuladan topiladi:

5.25

$\Delta Q_t - TP$ dagi aktiv va reaktiv quvvat isroflari.



5.2-rasm. Korxonaning umumlashtirilgan elektr ta'minot sxemasi.

Kuch transformatorining tipi aniq bo'lmagan holatlarda:

$$\Delta R_p = 0,02 \cdot S_{o'rt.m.}; \Delta Q_t = 0,1 \cdot S_{o'rt.m.}$$

$$S_{o'rt.m.3} = \sqrt{P_{o'rt.m.3}^2 + Q_{o'rt.m.3}^2} \quad 5.26$$

S_{ish4} – quvvatiga ko'ra TP ning ta'minot tizimidagi liniyaning kesimi, kommutatsiya va himoya uskunalari tanlanadi.

5. Bosh pasaytiruvchi podstantsiyadan, tarqatish shkafiga uzatiluvchi liniyadagi o'tkazgichning kesim yuzasi bosh tarqatish shitining har bir seksiyasidagi yuklama asosida tanlanadi.

Hisobiy to'la quvvat hisobiy aktiv, reaktiv, ichki va tashqi yoritish qurilmalari, kompensatsiyalovchi qurilmalarning umumiy quvvatiga ko'ra tanalanadi.

Bosh tarqatish shkafi (BTSh)dagi aktiv quvvat quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$P_{x.5} = \left(\sum P_{x4} + \sum P_{x.s.5} \right) \cdot K_{x.m} + P_{x.yo.x.} \cdot \Delta P_{k.k.} \quad 5.27$$

bu yerda, $\Sigma R_{x.s.5}$ – BTShdan ta'minlanuvchi yuqori kuchlanishli aktiv quvvat iste'molchilarining umumiy yuklamasi; $R_{x.yo.t.}$ – BTShdan ta'minlanadigan, korxona hududini yoritish qurilmalarining hisob quvvati;

$$\Delta R_{k.k.} = \Delta R_{sol.} \cdot \Delta Q_{k.k.5}$$

$\Delta R_{k.k.}$ – kuchlanishi 1 kV dan yuqori bo'lgan kompensatsiyalash qurilmalari (K.Q)dagi aktiv quvvat isrofi; $\Delta Q_{k.k.5}$ – BTSh shina o'tkazgichlaridagi KQ ning o'rnatilgan reaktiv quvvati; $\Delta R_{sol.}$ – KQ laridagi solishtirma quvvat isrofi; $K_{x.m.}$ – kuch yuklamalarining turlichalik koeffitsienti.

BTSh shinalaridagi hisobiy reaktiv quvvat quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$P_{x.5} = \left(\sum Q_{x4} + \sum Q_{x.s.5} \right) \cdot K_{x.m} + Q_{x.yo.x.} \cdot Q_{k.k.} \quad 5.28$$

Bu yerda, $\Sigma Q_{x.s.5}$ – BTSh dan ta'minlanuvchi yuqori kuchlanishli reaktiv quvvat iste'molchilarining umumiy yuklamasi;

$Q_{x,yo,t}$ – BTSh dan ta'minlanadigan, korxona hududini yoritish qurilmalarining hisob reaktiv quvvati;

BTSh shinalaridagi to'la quvvat quyidagicha topiladi:

$$S_{x5} = \sqrt{P_{x5}^2 + Q_{x5}^2} \quad 5.29$$

BTSh dan ta'minlanuvchi tarmoqdagi hisob quvvatiga ko'ra S_{x5} ga asosan shina va kabel o'tkazgichlarning kesim yuzasi, himoya va kommutatsiya qurilmalarining yuklamasi yoki turg'unlik toki tanlanadi.

6. Bosh tarqatish qurilma shinalaridagi yuklamalarni hisoblashda, uzatiluvchi liniyalardagi umumiy yuklama $\Sigma_{Px6.i}$ va turlichalik koeffitsienti ($K_{x,t}$) asosida yuklama aniqlanadi. Uni quyidagi formula vositasida izohlash mumkin:

$$S_{x5} = \sum S_{x.b.i} \cdot K_{x,t} \quad 5.30$$

Ushbu qiymatlar bosh tarqatish qurilmasi yoki podstansiyadagi transformatorning quvvatini tanlash, elektr o'tkazgich shina, kabel va havo liniyalarining kesimini hisoblash, himoyalash va boshqaruv tizimi elementlaridagi turg'unlik tokini tanlash, qisqa tutashuv toklarini hisoblash, yerlashtirish tizimi va yashindan himoyalash qurilmalarini hisoblashda asqotadi.

7. Transformator podstansiyasi, bosh tarqatish va taqsimlash qurilmalari, ta'minot tizimlari va liniyalardagi o'tkazgichlar kesimini tanlash quyidagi formula yordamida topiladi:

$$S_{x7} = \sqrt{(P_{xb} + \Delta P_t)^2 + (Q_{x.b} + \Delta Q_t)^2} \quad 5.31$$

Bu yerda, ΔR_t va ΔQ_t – BTQ transformatoridagi aktiv va reaktiv quvvat isroflari.

Nomogramma yordamida jamlangan yig'indi yuklama 77 kVA ni tashkil etadi. Tashqi yoritqichlar esa 3,7 kVA bo'lganligi bois umumiy yuklama 80,7 kVA ni tashkil etadi.

Obyekt uchun standart quvvati 100 kVA bo'lgan transformatorni tanlaymiz.

Iste'molchilarning yuklamasi o'rnatilgan quvvatni yoppasiga ishlash koeffitsientiga ko'paytirib topilgan ma'lumot, yuklamani nomogramma yordamida topish usuli bilan aniqlangan ma'lumotdan 7% gacha farq qilishi mumkin.

5.8. Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqaruvchi korxonalarning yuklamalari

Oldingi bo'limlarimizda bayon etilganidek qishloq joylarida bir qator ixtisoslashgan, umumiy, servis xizmat ko'rsatuvchi ishlab chiqarish obyektlari mavjud bo'lib, kelajakda ushbu jarayon yanada jadal sur'atlarda o'sib boradi [6, 8].

Qishloq joylaridagi ishlab chiqarish korxonalarining elektr energiyasi iste'molini hisoblashda texnologik jarayon ketma-ketligini bilish muhim sanaladi.

Ushbu korxonalar quyidagi toifalarga bo'linadi:

ixtisoslashgan — ichimlik suv ta'minoti, yaxna va gazlangan ichimliklar, muzqaymoq va qandolatchilik mahsulotlari korxonasi; tegirmonlar (guruch, un, ozuqa don mahsulotlari); yarim tayyor oziq-ovqat va nooziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish; qishloq xo'jalik texnikalari, suv xo'jalik uskunalari, nasoslarni ta'mirlash; hunarmandchilik, kasanachilik va milliy buyumlarni ishlab chiqarish, qishloq xo'jalik mahsulotlarini qabul qilish, saqlash, saralash, qadoqlash, iste'molchiga yetkazib berish; elektr isitish va yoritish qurilmalari bilan jihozlangan yirik va o'rta o'lchamli issiqxonalar kabi korxonalarni kiritish mumkin;

umumiy — qishloq va suv xo'jalik texnikalarini ta'mirlash, sozlash, xizmat ko'rsatish; nasos agregatlari, qulfaklar, suv xo'jaligi texnikalari, o'simliklarni dorilash, oziqlantirish va toza suv bilan ta'minlash, kimyoviy preparatlarni tayyorlash va saqlash; aholiga texnik vositalarni ijaraga berish, aholini suv bilan ta'minlash va xo'jalikda ishlatiladigan texnikani ta'mirlash, sozlash kabi korxonalar kiradi;

servis xizmat ko'rsatuvchi — qishloq aholisini tomorqalarini sug'orish, toza ichimlik suvi bilan ta'minlash, ichimlik suvi va

boshqa salqin ichimliklarni ishlab chiqarish, qadoqlash, savdo shoxobchalariga yetkazib berish; transport xizmatini ko'rsatish, ishlab chiqarish uskunalari va texnikasini tiklash, joriy ta'mirlash, sinash va sozlash, turli xildagi pullik xizmatlarni ko'rsatish korxonalari.

Yuqorida qayd etilgan korxonalar elektr energiyasini iste'molchi uskunalari bilan ta'minlanganligi va ushbu korxonalarning ish faoliyatini takomillashtirish yangi elektr jihozlarning joriy etilishi va oxir-oqibat elektr energiyasi sarfi bilan bog'liqligini e'tiborga olib, ushbu obyektlarning yuklamasini hisoblash muhim.

Hozirgi paytda «O'zbekenergo» DAK tomonidan yil davomida o'rtacha 54–55 mlrd kVt·s/yil elektr energiyasi ishlab chiqarilmoqda. Shundan qishloq va suv xo'jaligi tarmoqlariga 30,8 sarflanayotgan bo'lsa, qishloq joylaridagi korxonalarga 12–14% miqdordagi elektr energiya sarflanadi 5.13-rasm.

Hozirgi kunda qishloq joylaridagi ishlab chiqarish obyektlari va korxonalaridagi elektr energiyani hisoblashning mukammal usullari ishlab chiqilgan bo'lib tartibli diagrammalar usuli shular jumlasidandir.

Hisoblashda o'rtacha aktiv quvvat tushunchasi joriy etilib unga ko'ra bir smenadagi elektr iste'molchilar quvvati R_{sm} quyidagi formuladan hisoblanishi mumkin:

$$R_{sm} = \frac{E_{sm}}{t_{sm}}, \quad 5.32$$

bu yerda, E_{sm} – smena davomidagi elektr energiya sarfi; t_{sm} – smenadagi ish muddati, s.

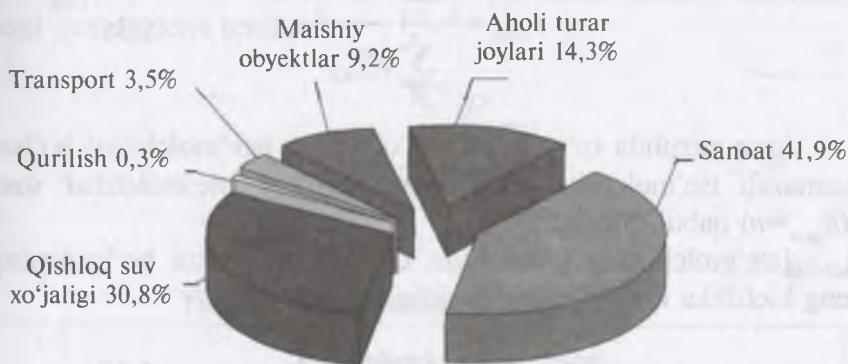
Foydalanish koeffitsienti – k_f deb o'rtacha quvvating o'ta yuklangan ish choragidagi o'rnatilgan quvvatga nisbatiga aytiladi va quyidagi formuladan topiladi:

$$k_f = \frac{P_{sm}}{t_{sm}} \quad 5.33$$

Agar elektr iste'molchilar guruhida turlicha ish tartibida ishlovchi iste'molchilar bo'lsa foydalanish koeffitsienti quyidagicha topiladi:

$$k_f = \frac{\sum_1^n P_{sm.i}}{\sum_1^n P_{o'rn.i}} = \frac{\sum_1^n P_{sm.i} \cdot k_{f.i}}{\sum_1^n P_{o'rn.i}} \quad 5.34$$

Qishloq va suv xo'jaligi korxonalaridagi uskunalarning o'rtacha foydalanish koeffitsienti va quvvat koeffitsienti qiymatlarini loyiha hisoblarida aniqlash uchun kerakli ma'lumotlar 5.2-jadvaldan olinadi.



5.3-rasm. «O'zbekenergo» AK tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyaning iste'molchilarga taqsimoti.

Transformatorlar quvvatini, elektr o'tkazgichlar kesimini va boshqa uskunalarning turg'unlik ko'rsatkichlari uchun kerakli ma'lumotlarni olish uchun maksimal yoki hisob yuklamalarni aniqlashda quyidagi ifodadan foydalanish tavsiya etiladi:

$$P_{max.} = k_{max} \cdot P_{sm} = k_{max} \cdot k_{foyd} \cdot P_{o'rn.} \quad 5.35$$

bu yerda, k_{max} – maksimum yuklama koefitsienti; $R_{o'rn.}$ – elektr iste'molchilarning o'rnatilgan quvvati (zaxira iste'molchilardan tashqari).

Maksimum yuklama koefitsienti, elektr iste'molchilarning samarali soni n_{sam} ga bog'liq holda 5.3-jadvaldan olinadi.

Samarali (keltirilgan) elektr iste'molchilar soni deb, quvvati bir xil, bir toifaga mansub, hisobiy yuklamasi R_{max} o'xshash, lekin ish tartibi va quvvati farq qiladigan yagona guruhga mansub bo'lgan elektr iste'molchilarga aytiladi.

Elektr iste'molchilarning samarali soni quyidagi formuladan topiladi:

$$n_{sam} = \frac{\left[\sum_{i=1}^n P_{o'rn.i.} \right]^2}{\sum_{i=1}^n P_{o'rn.i.}^2} \quad 5.36$$

Agar guruhda to'rt va undan ortiq tok iste'molchilari bo'lsa, samarali iste'molchilar soni uchun haqiqiy iste'molchilar soni ($n_{sam}=n$) qabul qilinadi.

Iste'molchining o'rnatilgan quvvati eng katta bo'lganining eng kichikka nisbati m quyidagicha topiladi:

$$m = \frac{P_{o'rn.eng-kichik}}{P_{o'rn.eng-katta}} \leq 3 \quad 5.37$$

5.2-jadval

Qishloq va suv xo'jaligi korxonalaridagi uskunalarining foydali ish va quvvat koefitsienti ko'rsatkichlari

T.R.	Elektr iste'molchilar guruhi	Elektr iste'molchilar	k_{foyd}	$\cos\varphi$
1.	Nominal yuklama ostida ishlovchi va uzluksiz ishlovchi elektr dvigatellar	Shamollatkichlar, nasoslar, kompressorlar, dvigatellar, generatorlar	0,65	0,8

2.	Uzluksiz ishlovchi transporter vositalaridagi elektr dvigatellar	Transporterlar, konveyerlar, elevatorlar biriktirilgan qurilmasi bilan	0,6	0,7
3.	Qisqa takrorlanuvchi ish tarzidagi elektr dvigatellar	Karanlar, ko'tarish moslamalari	0,06	0,45
4.	Elektr isitish qurilmalari	Qarshilikli isitkichlar va boshqa isitish moslamalari, quritish kameralari,	0,55	0,95
5.	Elektr yoritish qurilmalari	Yoritish va nurlatish-uskunolari	0,8-0,85	1,0

$A_{\text{gart}} > 3$ va $k_f = 0,2$ bo'lsa elektr iste'molchilarning samarali soni quyidagicha topiladi:

$$n_{\text{sam.}} = \frac{\sum_1^n P_{o'm.i}}{P_{o'm.eng-katta}^2} \quad 5.38$$

5.3-jadval

Yuklamaning maksimum koeffitsienti

n_{sam}	k_{fmax} ning k_f ga bog'liqligi									
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14	1,05
5	3,23	2,87	2,42	2,0	1,76	1,57	1,41	1,26	1,12	1,04
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,10	1,04
7	2,88	2,48	2,10	1,80	1,58	1,45	1,33	1,21	1,09	1,04
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,40	1,30	1,20	1,08	1,04

9	2,56	2,20	1,90	1,65	1,47	1,37	1,28	1,18	1,08	1,03
10	2,42	2,10	1,84	1,60	1,43	1,34	1,26	1,16	1,07	1,03
12	2,24	1,96	1,75	1,52	1,36	1,28	1,15	1,15	1,07	1,03
14	2,10	1,85	1,07	1,45	1,32	1,25	1,20	1,13	1,07	1,03
16	1,99	1,77	1,61	1,41	1,28	1,23	1,18	1,12	1,07	1,03
18	1,91	1,70	1,55	1,37	1,26	1,21	1,16	1,11	1,06	1,03
20	1,84	1,65	1,50	1,34	1,24	1,20	1,15	1,11	1,06	1,03
25	1,71	1,55	1,40	1,28	1,21	1,17	1,14	1,10	1,06	1,03
30	1,62	1,46	1,34	1,24	1,19	1,16	1,13	1,10	1,05	1,03
35	1,56	1,41	1,30	1,21	1,17	1,15	1,12	1,09	1,05	1,02
40	1,50	1,37	1,27	1,19	1,15	1,13	1,12	1,09	1,05	1,02
45	1,45	1,33	1,25	1,17	1,14	1,12	1,11	1,08	1,04	1,02
50	1,40	1,30	1,23	1,16	1,13	1,P	1,10	1,08	1,04	1,02
60	1,32	1,25	1,19	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,03	1,02
70	1,27	1,22	1,17	1,12	1,10	1,10	1,09	1,06	1,03	1,02
80	1,25	1,20	1,15	1,P	1,10	1,10	1,08	1,06	1,03	1,02
90	1,23	1,18	1,13	1,10	1,09	1,09	1,08	1,05	1,02	1,02
100	1,21	1,17	1,12	1,10	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02	1,02
120	1,19	1,16	1,12	1,09	1,07	1,07	1,07	1,05	1,02	1,02
140	1,17	1,15	1,11	1,08	1,06	1,00	1,06	1,05	1,02	1,02
160	1,10	1,13	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04	1,02	1,02
180	1,16	1,12	1,10	1,08	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
200	1,15	1,12	1,09	1,07	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
220	1,14	1,12	1,08	1,07	1,05	1,05	1,05	1,04	1,01	1,01
240	1,14	1,11	1,08	1,07	1,05	1,05	1,05	1,03	1,01	1,01

260	1,13	1,11	1,08	1,06	1,05	1,05	1,05	1,03	1,01	1,01
280	1,13	1,10	1,08	1,06	1,05	1,05	1,05	1,03	1,01	1,01
300	1,12	1,10	1,07	1,06	1,04	1,04	1,03	1,01	1,01	1,01

Agar guruhdagi foydalanish koeffitsienti $k_f > 0,9$ va $n_{sam} > 200$ bo'lsa, u holda maksimum yuklama birga teng olinadi. Bir guruh iste'molchilarning reaktiv hisob yuklamasi quyidagicha topiladi:

$$Q_{\max} = k_{\max} \cdot k_f \cdot Q_{o'rnat} \quad 5.39$$

To'la hisobiy quvvat quyidagicha topiladi:

$$S_{\max} = \sqrt{P_{\max}^2 + Q_{\max}^2} \quad 5.40$$

Nazorat savollari:

1. Elektr iste'molchilarning yuklamalari qanday turlarga bo'linadi?
2. Elektr energiyasi iste'molchisining nominal aktiv quvvati R_{nom} nima?
3. Elektr energiyasi iste'molchisining nominal reaktiv quvvati Q_{nom} nima?
4. Elektr energiyasi iste'molchisining nominal to'la quvvati S_{nom} nima?
5. Qanday paytda elektr yuklama tok I_{nom} ko'rinishida olindi?
6. Elektr iste'molchilarning tarmoqqa ulanish muddati nimani anglatadi?
7. Uzoq muddatli maksimal yuklama qancha vaqt uzunligini tashkil etadi?
8. Qisqa muddatli maksimal yuklama cho'qqi (pik) yuklama bo'lib u qancha muddatni tashkil etadi?
9. Foydalanish koeffitsienti nima?

10. Shakl koeffitsienti nima?
11. Maksimum koeffitsienti nima?
12. Talab koeffitsienti nima?
13. Maksimumning turlicha vaqtlik koeffitsienti nima?
14. Elektr tizimlaridagi yuklamalarni hisoblashning asosiy guruhiga qanday hisoblash usullari kiradi?
15. Elektr tizimlaridagi yuklamalarni hisoblashning yordamchi guruhiga qaysi hisob usullari kiradi?
16. Yuklamani statistik hisoblash usuli qanday amalga oshiriladi?
17. Tartibga solinadigan diagrammalar usuli qanday bajariladi?
18. Mahsulot birligi bo'yicha elektr energiya sarfini hisoblash usuli qanday bajariladi?
19. Ishlab chiqarish hududiga mos keluvchi solishtirma yuklama usuli qanday bajariladi?

6. O'ZGARMAS TOKLI ELEKTR TARMOQLARINI LOYIHALASH

Hozirgi kunda respublikamizdagi barcha sohalar shiddat bilan rivojlanmoqda. Toshkentda va respublikamizning boshqa yirik shaharlarida yer osti, yer usti elektrotransport va metro kabi vositalarning qurilib ishga tushirilayotganligi; barcha hududlarda qishloq xo'jaligi mahsulotlarini qayta ishlash, qadoqlash, saqlash bo'yicha zavod va fabrikalarning qurilishi va ishga tushayotganligi, ulkan masshtabdagi va katta miqdorda aholi turar joylari, madaniy-maishiy obyektlarning qurilib foydalanishga topshirilayotganligi; respublikamiz viloyatlaridagi aholisi tig'iz joylashgan tumanlarida erkin iqtisodiy zonalarning tashkil etilayotganligi; Navoiy, Angren, Jizzax va boshqa yirik shaharlarda rivojlangan mamlakatlarning sarmoyalari hisobiga industrial zonalarning qurilganligi va faoliyat ko'rsatayotganligi katta miqdordagi elektr energiyasiga bo'lgan talabni keltirib chiqardi.

Ushbu muammoni yechish, elektr energiyasining o'tkir ehtiyojni qondirish maqsadida Samarqandda, Jizzaxda va boshqa viloyat hududlarida quyosh fotoelektrik stansiyalarini qurib foydalanishga topshirish bo'yicha jiddiy ishlar olib borilmoqda.

Respublikamizda alternativ energiya manbalaridan bo'lgan shamol energiyasidan foylanish muammolari o'rganilmoqda.

Hozirda Samarqand viloyatidagi «Narpay» va «Suvli», Farg'ona viloyatidagi «Beshariq» va «Dang'ara», Namangan viloyatidagi «Qizil Ravot», «Buloqboshi» va «Furqat» nasos stansiyalaridagi yoritish va avtomatik boshqaruvchi SKADA tizimlari quvvati 3 kVt li quyosh fotoelektrik stansiyalari yordamida elektr energiyasi bilan ta'minlanmoqda (6.1-rasm). O'z-o'zidan ayonki ushbu elektr energiyasi manbalari elektr energiyasini o'zgarmas tokda ishlab chiqaradi. Shu bilan birga respublikamizda qurilayotgan namunaviy uy-joylarni ham quyosh fotoelektrik stansiyalari yordamida ishlab chiqarilgan elektr energiyasi bilan ta'minlash bo'yicha loyihalar amalga oshirilmoqda.

Respublikamizda uglevodorod xomashyosiga noyob xomashyo sifatida qaralib, undan yoqilg'i o'rniga boshqa qimmatbaho mahsulotlarni ishlab chiqarish va sotish ustida jiddiy ilmiy tadqiqot ishlari olib borilayapti. Neft mahsulotlariga bo'lgan talabning kundan-kunga ortib borayotganligi, respublikamizdagi jadal sur'atlarda o'sib borayotgan avtomobillarning yonilg'iga bo'lgan ehtiyojini qondirish, ekologik musaffolik talablari va «KIOTO» bayonnomasidagi ekologik musaffolik talablarini bajarish maqsadida yaqin yillarda yurtimizda elektromobillarni ishlab chiqarish loyihalari ustida jiddiy tadqiqotlar va izlanishlar olib borilmoqda.



6.1-rasm. «Dang'ara» nasos stansiyasidagi quyosh fotoelektrik qurilmalari paneli.

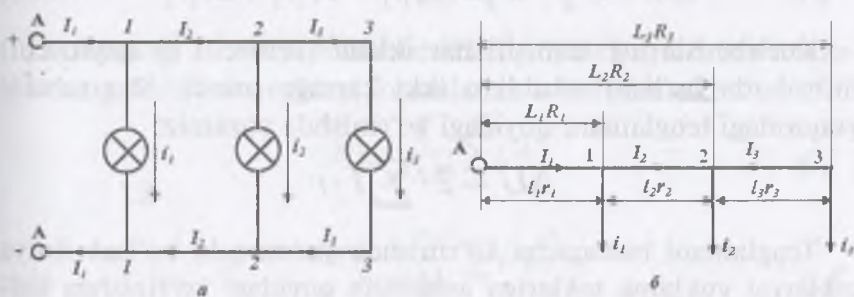
Yuqorida bayon etilgan argumentlar hozirgi kunda elektr energiyasi tejamkorligi, samaradorligi, uzluksizligini ta'minlash muammolariga yechim topishda o'zgarmas tok manbalaridan

kengroq foydalanishga undaydi. Shu sababli keyingi bo'limimizda o'zgarmas tok tarmoqlarini loyihalashni ko'rib chiqamiz.

6.1. O'zgarmas tok tarmoqlarining hisobi

Hozirgi yangilanish davri bir qancha elektr iste'molchilari o'zgarmas tok tarmoqlari orqali elektr energiyasi bilan ta'minlanadi. Bularga sanoat tarmoqlari, transport, aholiga xizmat ko'rsatish, maishiy va shunga o'xshash bir qancha tarmoqlarni kiritish mumkin. Transport tarmog'ida metro, tramvay, trolleybus, elektr poyezdlar; avtomobil sanoatidagi avtomobil akkumulyator batareyalarini zaryadlash markazlari, o'zgarmas tokli ichki elektr tarmoqlari kabilar faqat o'zgarmas tokda ishlaydi. Loyihalashda ushbu tarmoqlardagi o'tkazgichning kesim yuzasi, manbaning quvvati va shunga o'xshash bir qancha ma'lumotlarni hisoblash kerak bo'ladi. Shu sababli o'zgarmas tok tarmog'ini hisoblash tartibini o'rganish kerak. Buning uchun o'zgarmas tok tarmog'ining sxemasini quramiz. 6.2-a rasmda eng oddiy uchta yuklamadan iborat bo'lgan o'zgarmas tok liniyasi tasvirlangan [6,11,13].

Tarmoqdan ketuvchi va keluvchi o'tkazgichlarning kesimi bir xil simdan bo'lganligi bois uni bir chiziqli hisob sxemasi holiga keltiramiz.



6.2-rasm. O'zgarmas tok liniyasi:

a — bir chiziqli elektr sxema; b — bir chiziqli hisob sxema.

Bunday usul uch fazali tarmoqlarni hisoblashda ham qo'llaniladi. Hisoblash paytida zarur bo'ladigan quyidagi belgilanishlarni kiritamiz:

i_2, i_2, i_3 – yuklamalarning toki, yuklama toklari;

I_1, I_2, I_3 – liniyalarning toki, liniya toklari.

Ayonki, bu yerda: $I_1 = i_1 + i_2 + i_3$; $I_2 = i_2 + i_3$; $I_3 = i_3$;

l_1, l_2, l_3 – liniyadagi har bir bo'limning uzunligi;

r_1, r_2, r_3 – liniyadagi har bir bo'limning qarshiligi;

L_1, L_2, L_3 – liniyaning boshidan yuklama ulangan nuqtagacha bo'lgan masofa;

R_1, R_2, R_3 – liniyaning boshidan yuklama ulangan nuqtagacha bo'lgan qarshilik.

6.2-rasmdan foydalanib « L » ni hisoblaymiz:

$$L_1 = l_1; \quad L_2 = l_1 + l_2; \quad L_3 = l_1 + l_2 + l_3.$$

Shunga mos ravishda qarshilik « R » quyidagicha topiladi:

$$R_1 = r_1; \quad R_2 = r_1 + r_2; \quad R_3 = r_1 + r_2 + r_3.$$

Elektr tarmog'idagi kuchlanishning tushishi – ΔU , liniyaning boshlang'ich va oxirgi nuqtasidagi farq bilan baholanadi. Uni Om qonuniga asosan quyidagicha topish mumkin:

$$\Delta U = U_A - U_B = 2I_1 r_1 + 2I_2 r_2 + 2I_3 r_3$$

Kuchlanishning tushishi har ikkala (ketuvchi va qaytuvchi) liniyalarda bo'lishi sababli u ikki karraga ortadi. Shu sababli yuqoridagi tenglamani quyidagi ko'rinishda yozamiz:

$$\Delta U = 2 \cdot \sum I \cdot r \quad 6.1$$

Tenglamani boshqacha ko'rinishda yozmoqchi bo'lsak liniya toklarini yuklama toklariga aylantirib quyidagi ko'rinishga keltiramiz:

$$\begin{aligned}
 \Delta U &= 2[(i_1 + i_2 + i_3)r_1 + (i_2 + i_3)r_2 + i_3r_3] = \\
 &= 2(r_1i_1 + r_1i_2 + r_1i_3 + r_2i_2 + r_2i_3 + i_3r_3) = \\
 &= 2[r_1i_1 + (r_1 + r_2)i_2 + (r_1 + r_2 + r_3)i_3] = \\
 &= 2(i_1R_1 + i_2R_2 + i_3R_3)
 \end{aligned}$$

Yoki umumlashgan shaklda:

$$\Delta U = 2 \cdot \sum i \cdot R \quad 6.2$$

Agar elektr liniyasi kesimi o'zgarmas simdan qurilgan bo'lsa, u holda:

$$r = \frac{l}{\gamma \cdot F}; \quad R = \frac{L}{\gamma \cdot F} \text{ bo'ladi.}$$

Bu yerda: γ — magistral o'tkazgichning solishtirma o'tkazuvchanligi;

G' — o'tkazgichning kesimi, mm^2 .

U holda kuchlanishning tushishi:

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma \cdot F} \sum I \quad 6.3$$

yoki:

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma \cdot F} \sum I \cdot L \quad 6.4$$

Liniyadagi kuchlanish tushishi berilgan bo'lsa, u holda o'tkazgichning kesimini quyidagi formuladan topish mumkin:

$$F = \frac{2}{\gamma \cdot \Delta U} \sum I \cdot l \quad 6.5$$

yoki

$$F = \frac{2}{\gamma \cdot \Delta U} \sum i \cdot L \quad 6.6$$

Aksariyat hollarda, yuklama boshlang'ich beriladigan ma'lumotlarda quvvat ko'rinishida ifodalanadi. Hisoblash uchun iste'molchidagi yuklamani « r », liniyadagini esa « R » bilan belgilaymiz.

U holda taxminiy hisoblar uchun formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$i_1 = \frac{P_1}{U_i}; i_2 = \frac{P_2}{U_i}; i_3 = \frac{P_{31}}{U_i};$$

$$I_1 = \frac{P_1}{U_i}; I_2 = \frac{P_2}{U_i}; I_3 = \frac{P_3}{U_i}$$

Bu yerda: U_n – nominal kuchlanish, V

Ushbu ko'rsatkichlarni 6.5 va 6.6-formulaga qo'yib, quyidagi ifodani hosil qilamiz:

$$F = \frac{2}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U_i} \sum P \cdot l \quad 6.7$$

$$F = \frac{2}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U_i} \sum p \cdot L \quad 6.8$$

Va nihoyat ko'pchilik hollarda bo'lgani kabi, kuchlanishning pasayishini tarmoqdagi nominal kuchlanishga nisbatan voltlarda emas balki foizlarda ifodalasak u quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_i} 100$$

Bunday holat uchun 6.7- va 6.8-formulalar quyidagicha ko'rinishga keladi:

$$F = \frac{200}{\gamma \cdot \Delta U\%} \sum I \cdot l \quad 6.9$$

$$F = \frac{200}{\gamma \cdot \Delta U\%} \sum i \cdot L \quad 6.10$$

Hisoblash paytidagi 6.9...6.10-formulalardan birini tanlash tarmoqdagi boshlang'ich ma'lumotlar qanday qiymatlarda, berilganligiga va hisobni soddalashtirishga bog'liq.

Nazorat savollari:

1. O'zgarmas tok tarmoqlarini hisoblashdan maqsad nima?
2. Hozirda respublikamizda qanday o'zgarmas tok iste'molchi obyektlar qurilmoqda?
3. O'zgarmas tok tarmog'ining yuklamasi qanday taribda hisoblanadi?
4. O'zgarmas tok manbalaridagi o'tkazgichning kesim yuzasi qanday topiladi?
5. Elektr tarmog'idagi qarshilik qanday topiladi?
6. O'zgarmas tok tarmoqlarida kuchlanish isrofi qanday topiladi?

7. LOYIHA OBYEKTLARIDAGI BIR FAZALI ISTE'MOLCHILAR YUKLAMASINI HISOBLASH

Elektr sistemalaridagi bir fazali iste'molchilar deganda aksariyat hollarda kuchlanishi 220 V li elektr iste'molchilar nazarda tutiladi. Bunday iste'molchilarga aholi turar joylari, ishlab chiqarish qurilmalari va uskunalari, konditsionerlar, ventilatorlar, sovutgich va muzlatgichlar, qo'l dastgohlari va moslamalar kiradi.

Elektr sistemalarni loyihalashda yangidan qurilayotgan yoki mavjud obyektlarning gaz bilan ta'minlashishiga e'tibor berish shart. Aholi kundalik ehtiyoji uchun isitish, oziq-ovqatlarni pishirish va shunga o'xshash ehtiyojlar uchun tabiiy gaz manbalaridan ta'minlanmasa ushbu jarayonlar uchun belgilangan me'yordan ortiqcha elektr energiyasini sarflash talab etiladi. Bu esa o'z navbatida elektr tarmoqlardagi o'tkazgichlarning kesim yuzasini oshirish, kattaroq quvvatdagi transformatorlarni tanlash kabi xarajatlar ustiga yana elektr energiyasi isrofi, mablag' sarfining ham ortiqcha sarflanishiga sabab bo'ladi.

Agar yangidan qurilgan obyektlarni kelajakda gazlashtirish ko'zda tutilsa elektr energiya sarfini 20% ga chegirish mumkin bo'ladi va bu holatni loyihalash paytida ko'zda tutish maqsadga muvofiqdir.

Yangidan loyihalanadigan qishloq uylari va boshqa mahalliy obyektlar uchun elektr energiya sarfi haqidagi ma'lumotlar mavjud bo'lmasa yoki mavhum bo'lsa, u holda elektrlashtiriladigan bitta xonadon uchun boshlang'ich ma'lumot sifatida quyidagilarni qabul qilish mumkin:

- eski qurilish binolaridan iborat bo'lgan qishloq joylari (60% binolar 20–25 yil oldin qurilgan)dagi gazlashtirilgan qishloq uylarining har biri uchun $-750 \text{ V}\cdot\text{A}$, gazlashtirilmagan har bir uy uchun $700 \text{ V}\cdot\text{A}$;

- aksariyat qismi yangi uylardan tashkil topgan (5–7 yil oldin qurilgan) mahallalar, markaziy gaz ta'minotiga ega, uylarning har biri uchun $700 \text{ V}\cdot\text{A}$, gazlashtirilmagani uchun $900 \text{ V}\cdot\text{A}$;

• elektr uy-ro'zg'or plitalari va elektr isitish tarmog'iga ega bo'lgan xonadonlar uchun har biriga 2000–2500 V·A qabul qilinadi.

Har qanday qishloq va mahallardagi aholi yashash punktlarida barcha uylar kechki maksimum yuklamada ishtirok etadi. Kunduzgi maksimum yuklamada esa ushbu joylardagi uylarning ishtiroki $P_{kun.o'nat} = P_{max} \cdot (0,2-0,3)$, elektr plitalar bilan jihozlangan xonadonlar uchun $P_{kun.o'nat} = P_{max} \cdot 0,5$ olinadi.

Qishloqlar, mahallalar va suv xo'jaligi obyektlaridagi tashqi yoritish qurilmalarining yuklamalari salmoqli miqdorni tashkil etadi. Ko'cha yoritish tizimlaridagi yuklamalarni quyidagi 7.1-jadvaldan olish mumkin.

7.1-jadval

Qishloqlar, mahallalar va suv xo'jalik obyektlaridagi ko'cha yoritqichlarining yuklamalari

T.R.	Yoritiladigan hudud xususiyati	Hisob yuklamasi, V·A	
		Ko'chaning 1 m ² yuzasiga	Bitta uy yoki binoga
1.	Eni 20 m bo'lgan ko'p qavatli uylar orasidan o'tuvchi ko'chalar va hovlilari	5,0	200
2.	Eni 20 m harakatlanish yuzasi 10 m bo'lgan bir qavatli hovlilar va uylar orasidan o'tuvchi ko'chalar	3,5	140
3.	Qishloq va mahalaning ichki ko'chalari	2,0	80
4.	Nasos stansiyasi hududiga	12	300
5	Suv xo'jaligi obyekti hududiga	10	250

Suv xo'jaligi obyektlari, idoralar, nasos stansiyasi binolari uchun elektr iste'molchilar toifasiga qarab 150–300 V·A yuklama olinadi.

Yoritish qurilmasining yillik maksimal yuklamadan foydalanish soatini hisoblashda, bitta yoritqichning tungi soat 1 gacha yonib turganligi uchun – 1700 soat; tonggacha yonib turganligi uchun – 3100 soat me'yor qabul qilingan.

Binoning kirish qismidagi iste'molchilarning kunduzgi va kechki maksimum quvvat koeffitsientini aniqlashda 7.2-jadvaldagi ma'lumotlardan foydalanish mumkin. Ushbu ma'lumotlar quvvatni kompensatsiyalash qurilmalari quvvati e'tiborga olmagan holat uchun berilgan.

7.2-jadval

Kuchlanishi 220 V li iste'molchilarning kunduzgi va kechki maksimum quvvat koeffitsiyentini aniqlash ko'rsatkichlari

T.R.	Elektr energiyasi iste'molchilari	Quvvat koeffitsiyenti	
		Kunduzgi	Kechki
1.	Grizontal nasoslarning 5 kVt gacha quvvatli elektr dvigatellari	0,80	0,80
2.	Quvvati 10 kVt gacha, nasosning asinxron dvigateli	0,82	0,82
3.	Quvvati 25 kVt gacha bo'lgan asinxron dvigatelli nasos stansiyalari	0,84	0,84
4.	Quvvati 8–10 kVt gacha bo'lgan suv otish (vodomet) nasos dvigatellari	0,86	0,86
5.	Quvvati 10 kVt gacha, tik quduqli nasos dvigatellari	0,79	0,79
6.	Quvvati 15 kVt dan katta asinxron dvigatelli nasoslar	0,86	0,86
7.	Nasoslarni ta'mirlash ustaxonalari	0,65	0,70
8.	Suv tozalash inshootlari	0,78	0,8
9.	Tegirmonlar	0,8	0,8
10	Elektr istish uskunalari	1,0	1,0
11	Jamoat joylari, idoralar, maktablar, bolalar bog'chalari	0,92	0,95
12	Uylar	0,96	0,98

Nazorat savollari:

1. Bir fazali iste'molchilarga qanday obyektlar va iste'molchilar kiradi?

2. Bir fazali iste'molchilarning nominal kuchlanishi qancha?

3. Yangi qurilgan obyektlarni kelajakda gazlashtirish ko'zda tutilsa elektr energiya sarfining necha foizini chegirish mumkin?

4. Elektr uy-ro'zg'or plitalari va elektr isitish tarmog'iga ega bo'lgan xonadonlar uchun har biriga qancha quvvat qabul qilinadi?

5. Suv xo'jaligi obyektlari, idoralar, nasos stansiyasi binolari uchun elektr iste'molchilar toifasiga qarab qancha yuklama qabul qilinadi?

6. Ko'cha yoritqichlari uchun qanday yuklama qabul qilinadi?

8. UCH FAZALI ISTE'MOLCHILARNI LOYIHALASH HISOBI

8.1. Uch fazali tarmoqdagi yuklamalarni hisoblash

Elektr sistemalarni loyihalashda har bir tarmoq bo'yicha elektr iste'molchilarning yuklamalarini bilish talab etiladi. Bunday hisoblar: ko'p yillardan buyon xizmat qilayotgan elektr tarmoqlarni tekshirish; modenizatsiya dasturiga va qayta qurish rejasiga kiritilgan tarmoqlarning ayni paytdagi yuklamasini aniqlash; elektr tarmog'ida mavjud uskunarlar, himoyalash va boshqarish qurilmalarini tekshirish va qayta tanlash; manba transformator punktlari, bosh tarqatish shkaflari va transformator podstansiyalaridagi kuch transformatorlaridagi ayni paytdagi va kelajakdagi yuklamalarni bilish kabi masalalarga yechim topishda asqotadi (8.1-rasm).



8.1-rasm. Vertikal holatda o'rnatilgan sug'orish nasoslarining uch fazali elektr dvigatellari.

Odatda loyihalanayotgan obyektlarning yuklamasini hisoblashda har bir bino, obyekt alohida bo'limni ta'minlovchi elektr tarmog'idagi yuklamani jamlash va uni yoppasiga ishlash koeffitsientiga ko'paytirish orqali topiladi.

Bunda umumiy yuklama barcha elektr iste'molchilar yuklamasiga qaraganda kichikroq bo'ladi. Hisoblashda kunduzgi va kechki yuklamalar alohida jamlanadi.

Kuchlanishi 0,4 kV (380 V) tarmoqlarning yuklamasini hisoblash. Kuchlanishi 0,4 kV elektr tarmog'idagi kunduzgi yuklama (to'la quvvat ko'rinishidagi S_k) quyidagicha hisoblanadi:

$$S_k = \sum_{i=1}^n S_{k,i} \cdot k_{yi,i} \quad 8.1$$

Kechki yoki tungi ($S_{kech}=S_t$) yuklama esa quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$S_t = \sum_{i=1}^n S_{t,i} \cdot k_{yo,i} \quad 8.2$$

Bu yerda: $S_{k,i}$, $S_{t,i}$ — iste'molchi obyektlar (i)ning sutkaning kunduzgi va tungi paytidagi maksimal yuklamasi miqdori.

$k_{yo,i}$ — iste'molchilarning yoppasiga (ayni olingan bir vaqt ichidagi) ishlash koeffitsienti. Loyihalash hisoblarini bajarishda yagona tarmoqqa ulangan bir guruh iste'molchilarning yuklama turi (aktiv, reaktiv) bir-biriga o'xshashligiga va miqdor jihatidan o'zaro 4 marotabadan ortiq farq qilmasligi e'tiborga olinadi.

Agarda ushbu talab qanoatlantirilsa $k_{yo,i}$ qiymatlari quyidagi jadvaldan olinishi mumkin [5,6,13].

Loyihalashda qulaylik bo'lishi va amaliy hisoblarni bajarish uchun maxsus nomogramma egri chiziqlari ishlab chiqilgan (8.1-a va b rasmlar)

Ushbu nomogramma yordamida yuklamasi bir xil bo'lgan ikkita yoki yuklamasi turlicha bo'lgan ikki va undan ortiq obyektlarni hisoblash mumkin.

Hisoblash paytida absissa o'qiga birinchi yuklama (S_1) ordina-ta o'qiga esa ikkinchi yuklama (S_2) qo'yiladi.

Koordinata o'qlari tutashgan egri chiziqning ustida yoki har ikkala o'qlar tutashgan koordinatada nuqta hosil bo'lib (S_e), u yoppasiga ishlash koeffitsienti miqdorini bildiradi.

8.1-jadval

0,4 kV elektr tarmoqlari uchun yoppasiga ishlash koeffitsienti

Iste'molchi soni	Yoppasiga ishlash koeffitsienti (k_{yo})	Iste'molchi soni	Yoppasiga ishlash koeffitsienti (k_{yo})
2	0,85	16–20	0,55
3	0,8	21–30	0,5
4–5	0,75	31–50	0,45
6–7	0,7	50–100	0,4
8–10	0,65	100–150	0,38
11–15	0,6	150 va ortiq	0,35

Masalan, $S_1 = 10 \text{ kV}\cdot\text{A}$, $S_2 = 9 \text{ kV}\cdot\text{A}$, u holda $S_e = 16 \text{ kV}\cdot\text{A}$ ga teng. Bu esa yoppasiga ishlash koeffitsienti ishtirokida topilgan qiymatga teng.

$$k_{yo-i} = \frac{16}{10 + 9} = 0,84$$

Agar koordinata o'qlari tutashgan nuqta egri chiziqlar orasida bo'lsa u holda yaxlit songa yaqinroq qiymat olinadi.

Kuchlanishi 6-10-35/0,4 kVli transformator punkt (TP)larining yuklamasini hisoblash.

Birlamchi kuchlanishi 6-10-35 kV, ikkilamchi kuchlanishi 0,4 kV li transformator punktlaridagi yuklamalarni hisoblashda, kuchlanishi 0,4 kV li tomondan uzatiluvchi liniyalardagi yuklamalarni 8.3-rasmdagi nomogrammalardan foydalanib jamlash yo'li orqali topiladi.

Agar TP dagi hisob yuklamasi faqat bitta iste'molchi maksimumiga asosan olinadigan bo'lsa TP dagi kunduzgi va kechki ishlab chiqarish maksimum koeffitsientlari $k_k=1,0$, $k_t = 0,6$; elektr plitasi bo'lmagan aholi turar joylari yuklamasida $k_k = 0,3$, $k_t = 1,0$ va elektr plitasi bo'lganlar uchun $k_k = 0,5$, $k_t = 1,0$.

TP larning yuklamasini aniqlashda kuchlanishi 380 V li uza-tish liniyalaridagi yuklamasiz ham aniqlanishi mumkin. Bunday holat uchun iste'molchilar guruhlariga ajratiladi, umumiy yuk-lama topilib 8.1-jadvaldagi k_{yo} qiymatlariga ko'paytiriladi yoki 8.2-rasmdagi nomogrammalardan olingan qiymatlardan foyda-laniladi.

TP larning kuchlanishi 0,4 kV shinalardagi quvvat koeffitsien-ti $S_{k,i}/S_{l,i}$ nisbatiga ko'ra 8.2-jadvaldan topiladi.

8.2-jadval

Kuchlanishi 10/0,4 kV iste'molchi podstansiya uchun quvvat koeffitsienti qiymatlari

$S_k/S_l, (P_k/P_l)$	$\cos\varphi$	
	kunduzgi	tungi (kechki)
0,25–0,35	0,94	0,97
0,36–0,6	0,9	0,95
0,61–0,85	0,85	0,93
0,86–1,15	0,8	0,89
1,16–1,4	0,78	0,84
1,4 va ortiq	0,75	0,8

Kuchlanishi 6-10-35 kV liniyalardagi yuklamalarni hisoblash.

Kuchlanishi 6-10-35 kV liniyalardagi har bir bo'limdagi TP larning hisobiy yuklamalar alohida jamlash (kunduzgi va kech-qurungi, tungi yuklamalar) orqali hisoblanadi. Kuchlanishi 6-10-35 kV tarmoq uchun k_{yo} ni topishda 8.3-jadval ma'lumotlari ke-rak bo'ladi.

8.3-jadval

Kuchlanishi 6–10–35 kV elektr iste'molchilar uchun yoppasiga ishlash koeffitsienti qiymatlari

TP soni	2	3	4–6	7–15	16–25	26 va ortiq
k_{yo}	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65

Kuchlanishi 35/10, 35/6 kVli podstansiyaning 35 kVli ta'minot tarmog'idagi hisob yuklamasini aniqlashda 6–10 kV tomondagi

yuklamalarni jamlab yop pasiga ishlash koeffitsientiga ko'p ayti-rib topiladi. Kuchlanishi 35 kVda yop pasiga ishlash koeffitsienti: ikkita podstansiya yoki liniya uchun — 0,97; uchta uchun — 0,95; to'rtta va undan ortiq bo'lganda — 0,9 olinadi.

Agar elektr tarmog'ida mavsumiy ishlovchi korxonalar (don, paxta, meva, ozuqa ekinlarini saralash, qabul qilish obyekti) mavjud bo'lsa u holda yuklamani hisoblashda quyidagi yuklama koeffitsientlari qabul qilinadi: qishda — 1,0; bahorda — 0,8; yozda — 0,7; kuzda — 0,7 qabul qilinadi.

Sug'orish nasos stansiyalarida asosan yozgi maksimum bo'yicha ishlaganligi sababli, bahor, yoz va kuz mavsumlari uchun yuklama bir xil qabul qilinishi mumkin.

Elektr energiyasi yordamida isitiladigan issiqxonalarining yuklamalari bahorda $k_k = 0,3$, $k_t = 1$ qishda esa $k_k = k_t = 0,3$ olinishi mumkin. Issiqxonalar bir vaqtda ishlaydigan rejimda bo'lsa $k_{yo} = 1$ olinadi.

Kuchlanishi 110–35/6–10 kVli transformator podstansiyalar-dagi yuklamalarni hisoblash.

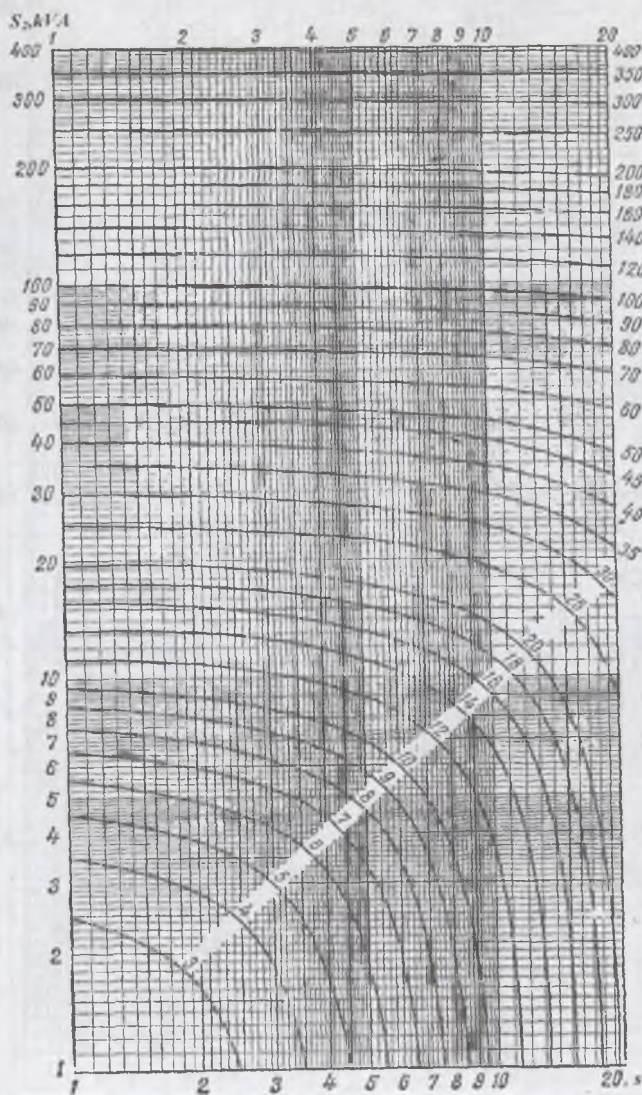
Ushbu TPlardagi yuklamalarni hisoblash kuchlanishi 6–10 kV li uzatiluvchi tarmoqlardagi yuklamalarni jamlash yo'li orqali topiladi. Ushbu tarmoqlarni hisoblashda 8.3-a va b rasmdagi nomogrammadan foydalanish mumkin.

Nomogramma 8.3-rasmdagi nomogrammaga o'xshash qurilgan bo'lib undan foydalanish ham unga o'xshashdir.

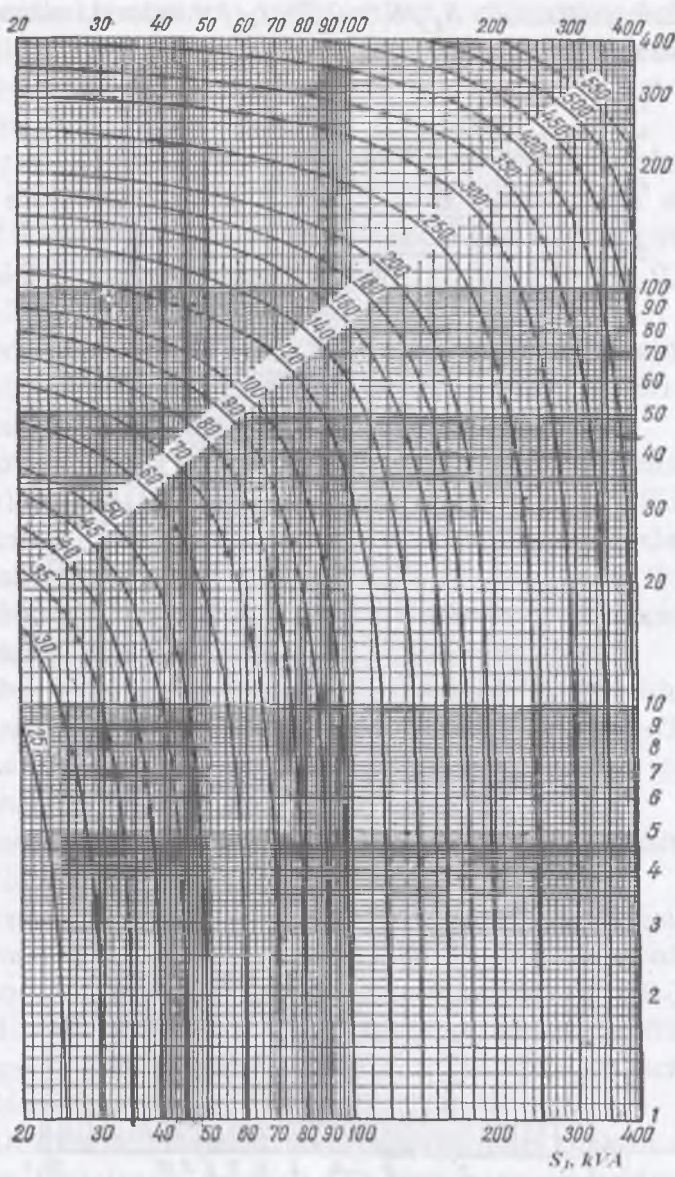
Quvvat koeffitsientini topishda $S_{k,i} / S_{t,i}$ nisbatiga ko'ra 8.4-jadvaldan topiladi. Kuchlanishi 0,4 kV li tarmoqlarda quvvatni kompensatsiyalash uskunalari mavjud bo'lsa, 110-35/6-10 kV podstansiyaning 6–10 kV shinalardagi quvvat koeffitsienti-ni kompensatsiyalash va quvvat isrofini kamayishi bo'yicha qayta hisoblash talab etiladi.

Elektrstansiya va podstansiya shinalaridagi maksimal yuklamadan foydalanish muddati (T) aholi turar joylaridagi $S_{k,i} / S_{t,i}$ nisbatiga ko'ra $S_{k,i} / S_{t,i} \leq 0,5$ miqdorida; suv xo'jalik obyektlari, ishlab chiqarish korxonalari uchun $S_{k,i} / S_{t,i} \geq 1,41$ miqdori-

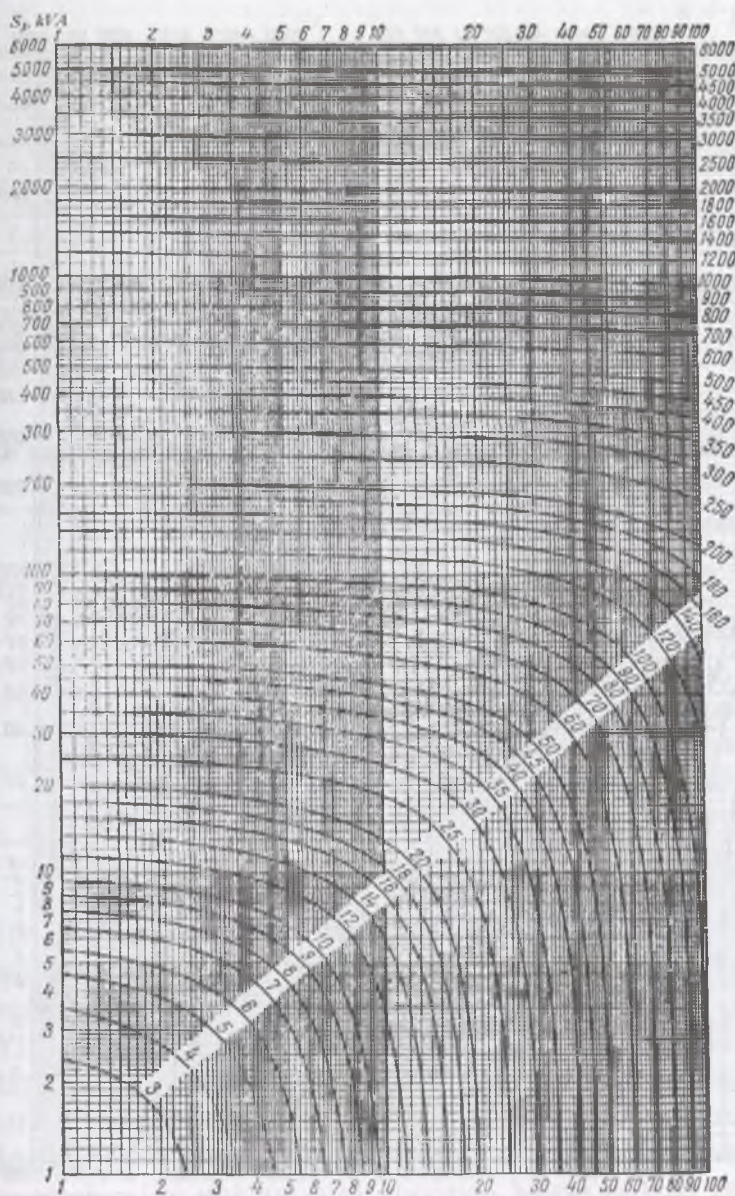
da; aralash yuklamada $S_{k,i}/S_{t,i}=0,36\div1,41$ miqdorida olinadi yoki 8.5-jadvaldan tanlanadi.



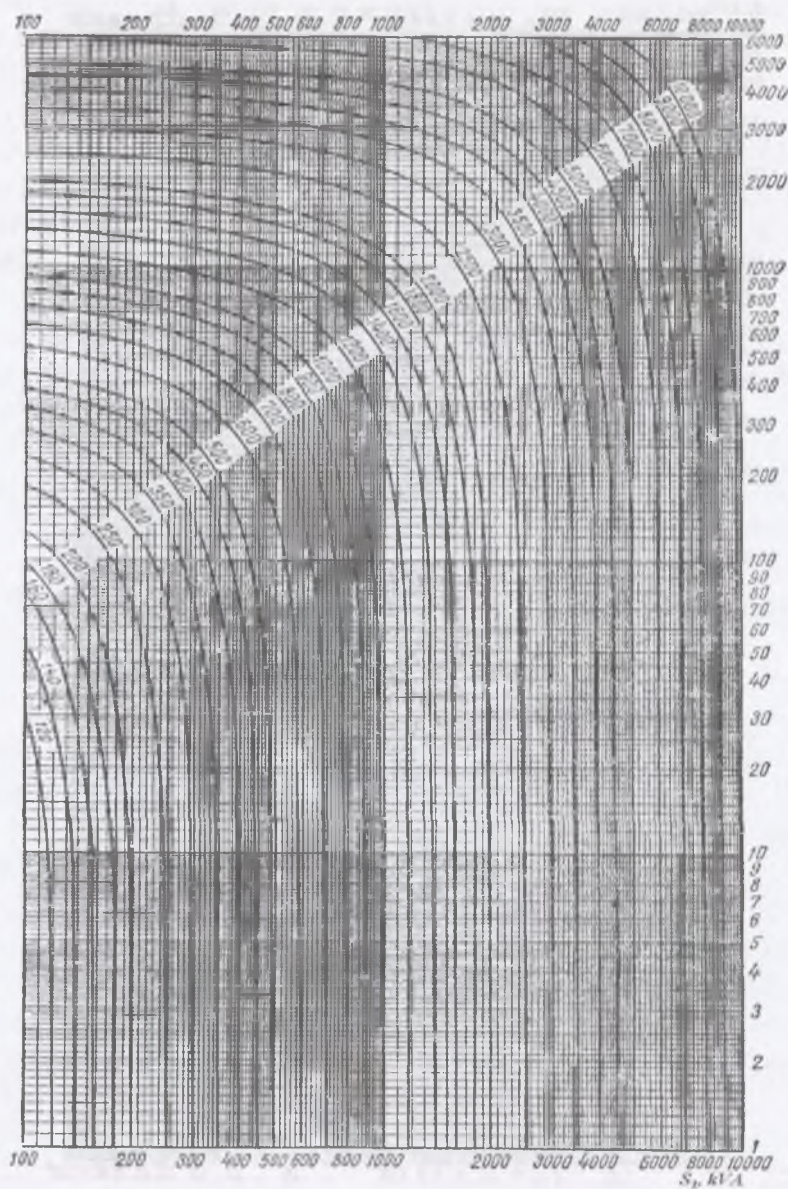
8.2-a rasm. Kuchlanishi 0,4 kV (380 V) liniyalarda yuklamani jamlash nomogrammasi.



8.2-b rasm. Kuchlanishi 0,4 kV (380 V) liniyalarda yuklamani jamlash nomogrammasi.



8.3-a rasm. Kuchlanishi 6–10 kV li liniyalardagi yuklamani jamlash nomogrammasi.



8.3-b rasm. Kuchlanishi 6–10 kV li liniyalardagi yuklamani jamlash nomogrammasi.

8.4-jadval

110-35/6-10 kV TP ning quvvat koeffitsienti qiymati

$S_k/S_t (P_k/P_t)$	$\cos\varphi$	
	kunduzgi	tungi
0,25–0,35	0,92	0,95
0,36–0,6	0,88	0,93
0,61–0,85	0,83	0,91
0,86–1,15	0,78	0,87
1,16–1,4	0,76	0,82
1,4 va yuqori	0,73	0,78

8.5-jadval

Iste'molchilar xususiyatiga bog'liq holda maksimal yuklamadan foydalanish muddati (T) qiymatlari

T.R.	Hisobiy maksimal yuklama, kV·A	Maksimal yuklamadan foydalanish muddati (T)		
		Turar joylar	Ishlab chiqarish obyektlari	Turlicha obyektlar
1.	10 gacha	1100	1100	1300
2.	10–20	1300	1300	1500
3.	20–50	1600	1700	2000
4.	50–100	1800	1800	2400
5.	100–500	2000	2000	2800
6.	500 va yuqori	2100	2100	3000

Hisobiy maksimal yuklama va maksimal yuklamadan foydalanish muddatini bilgan holda pasaytirish TP sidagi yillik elektr energiya sarfini oson topish mumkin.

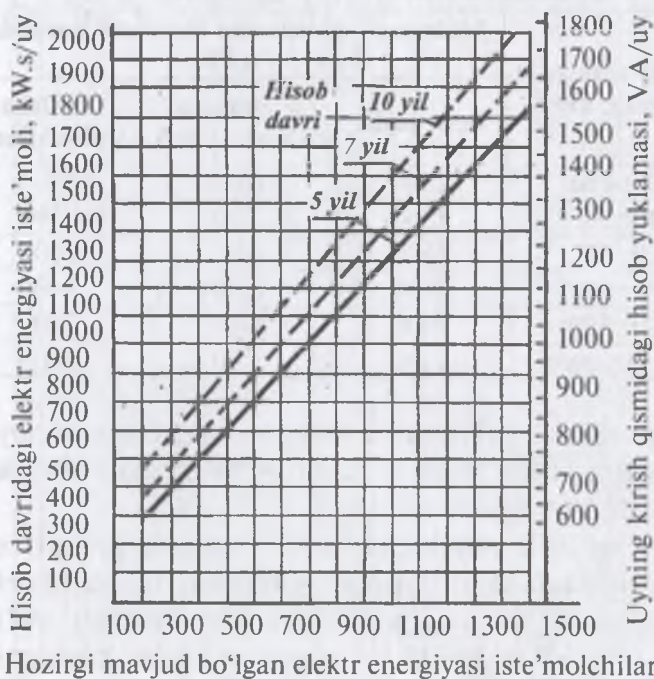
Yirik suv xo'jalik obyektlari, aholi yashash joylari, mahallalar va qishloqlardagi, hisobiy yuklama, quvvat koeffitsienti va maksimal yuklamadan foydalanish muddati ma'lum bo'lganda 0,4–10 kV va 10–35 kV va undan yuqori kuchlanishli tarmoqlarning yuklamasini yuqorida bayon etilgan tartibda hisoblash mumkin.

8.2. Kelajak rivojlanish rejasi asosida elektr tarmoqlarini loyihalash

O'tgan bo'limlarda, ma'lum bir aniq tanlangan obyektlarni loyihalashdagi yuklamani hisoblash usullari ko'rib chiqilgan.

Suv xo'jaligi obyektlari va qishloqlardagi kelajak rivojlanish muddatlari aniq bo'lganda, kelajak rivojlanish reja loyihalaridagi yuklamalarni ham hisoblash mumkin.

10 yillik kelajak rejasi asosida loyihalash. Qishloqlardagi uylar, madaniy-maishiy binolar va boshqa qishloq joylarining obyektlardagi yuklamalari 8.4-rasmdagi chiziqlar asosida olindi (Loyihalash uchun qishloqdagi 1 ta xonadonga sarflanadigan elektr energiyasi ehtimoliy miqdorini aniqlash grafigidagi egri chiziqlar yordamida topiladi).

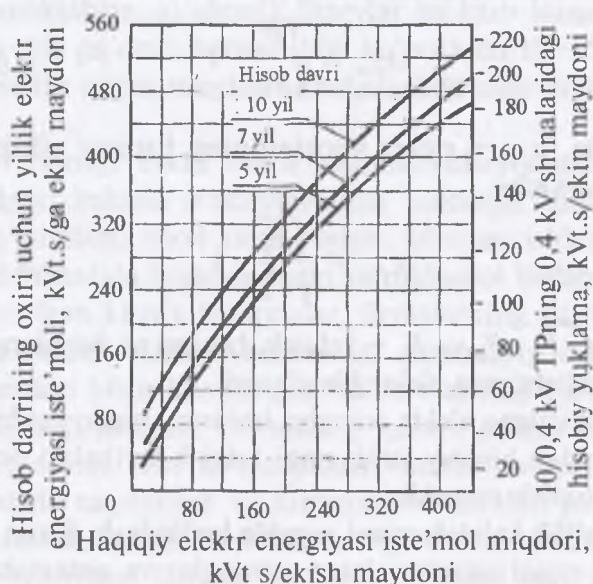


8.4-rasm. Loyihalash uchun qishloqdagi 1 ta xonadonga sarflanadigan elektr energiyasi ehtimoliy miqdorini aniqlash grafigi.

10/0,38 kV li TP ning kuchlanishi 380 V shinalardan ta'minlanuvchi uylar va boshqa elektr iste'molchi obyektlarning yuklamalari TP dan uzatiluvchi shinadagi umumiy yuklamaning 20–40% miqdorida deb belgilanadi. Shu tartibda elektr energiya iste'moli ham aniqlanadi.

Sug'oriladigan ekin maydonlaridagi suv ta'minotida sarflanadigan elektr energiya miqdori 1 ga (gektar) ekin yer maydoni uchun 8.4-rasmdagi egri chiziqlar asosida olinadi. Yirik va katta quvvatga ega bo'lgan obyektlar (issiqxonalar, sovutgich tizimli omborxonalar, ta'mirlash, sozlash, payvandash sexlari)ning yuklamalari alohida hisoblanadi.

8.5-rasmdan olingan, ishlab chiqarish ehtiyojlari uchun sarflanadigan elektr energiya sarf miqdori A_{ich} , xo'jalik yoki ishlab chiqarish obyektiining kelajakdagi elektr uskunalar bilan jihozlaniishi (F_{ich}) ga bog'liq holda aniqlanishi mumkin. F_{ich} – asosiy fondlar, mashina va jihozlar, uskunalarining qiymati.



8.5-rasm. Sug'oriladigan ekin maydonlaridagi suv ta'minotida sarflanadigan elektr energiya miqdorini aniqlash grafigi.

Ishlab chiqarish ehtiyojlari uchun sarflanadigan elektr energiya sarf miqdori $W_{i.ch}$ quyidagi formuladan topiladi:

$$W_{i.ch.} = \frac{W_{i.ch.k.}}{K_f}, \quad 8.4$$

bu yerda, $W_{i.ch.k.}$ — elektr energiyasining aniqlashtirilgan iste'mol miqdori, $kVt \cdot s/ga$; K_f — elektr uskunalar bilan jadal jihozlanish koeffitsienti.

Elektr uskunalar bilan jadal jihozlanish koeffitsienti quyidagi formuladan topiladi:

$$K_f = \frac{(1 + \alpha_{f.i.ch.})^t}{(1 + \alpha_{f.s.})^t}, \quad 8.5$$

bu yerda, t — kelajak rivojlanish davri; $\alpha_{f.i.ch.}$ — kelajak rivojlanish davridagi elektr uskunalar bilan jihozlanishning nisbiy o'rtacha yillik o'sish ko'rsatkichi:

$$\alpha_{f.s.} = \sqrt[t]{\frac{F_k}{F_x}} - 1 \quad 8.6$$

Bu yerda, $\alpha_{f.s.}$ — elektr jihozlashning haqiqiy yillik o'rtacha o'sish ko'rsatkichi:

$$\alpha_{f.s.} = \sqrt[t]{\frac{F_x}{F_0}} - 1, \quad 8.7$$

bu yerda, F_k , F_h va F_0 — kelajak, hozirgi va boshlang'ich davr boshidagi solishtirma elektr jihozlanish.

Aniqlashtirilgan elektr energiya iste'mol miqdorini bilgan holda 8.5-rasmdan hisobiy yuklamani kelajak loyihalari uchun $A_{i.ch.}$ miqdorini topish mumkin.

15–20 yillik kelajak rejasi asosida loyihalash. Uzoq muddatli rivojlanish rejasi asosida elektr tarmoqlar va sistemalarni loyihalashda bir qancha faktorlarni e'tiborga olish talab etiladi. Bular qatoriga muqobil elektr iste'mochilarning kelajakdagi o'sish

sur'atlari, elektr uskunalar bilan jihozlangan obyektlarning bosqichma-bosqich ishga tushurilishi, mavsumiy, ko'chma va qisqa muddatli ish tartibida faoliyat ko'rsatadigan elektr yuritmalari iste'molchilarning kelajakdagi o'sishi, joriy etilishi va maksimal yuklamadan foydalanish muddatlari kabi ko'rsatkichlarni qo'shish mumkin. Shu bilan birga obyektlar joylashgan hudud-dagi uzoq muddatli texnik-texnologik va ishlab chiqarish jarayonlarining modernizatsiyalashuvi, elektr energiyasiga bo'lgan ehtiyojning ortishi hisobiga elektr ta'minot obyektlarining joriy etilishi kabi ma'lumotlarga ham ega bo'lish talab etiladi.

Elektr energiyasi iste'moli miqdorini aniqlashda yillik o'rtacha elektr energiya iste'moli miqdorining yillar davomida o'sib borishini bilish muhim.

Agar o'rtacha yillik elektr energiya iste'mol miqdori ishlab chiqarish jarayonlarida 8–10% ga, aholi turar joylari, maishiy-madaniy, umumiy obyektlar (maktabgacha bo'lgan tarbiya muassasalari, maktablar, akademik litseylar va kasb hunar kollejlari va h.k.) 6–8% ga ortib borsa ushbu ko'rsatkich 10–15 yil uchun o'rtacha yillik o'sish miqdorini belgilashda asos bo'lishi mumkin.

Ammo hozirgi erkin bozor munosabatlari shakllangan bir paytda, agrar sohada o'tkazilayotgan islohotlar qishloqlardagi: fermer xo'jaliklari, aholi turar joylari, binolar, ishlab chiqarish obyektlari hududida ixtisoslashgan va mahsulot ishlab chiqarishga yo'naltirilgan kichik korxonalar, firmalarning paydo bo'lishiga zamin yaratdi. Ushbu korxonalar zamonaviy ishlab chiqarish uskunalari bilan jihozlangan bo'lib ularning barchasi elektr iste'molchi uskunalardir. Zamonaviy uskunalarning kirib kelishi elektr ta'minotida sifat ko'rsatkichlari yuqori bo'lgan manbalar, elektr uzatish, taqsimlash va himoyalash tizimlari joriy etilishini taqozo etadi. Kelajak reja uchun loyihalarni ishlab chiqishda yuqorida keltirilgan barcha jihatlarga e'tiborni qaratish dolzarb masalalardan hisoblanadi.

Nazorat savollari:

1. Nima sababdan elektr tizimlarni loyihalashda har bir tarmoq bo'yicha elektr iste'molchilarning yuklamalarini bilish talab etiladi?

2. Kuchlanishi 0,4 kV (380 V) tarmoqlarning yuklamasini hisoblash qanday tartibda bajariladi?

3. Loyihalash hisobida kunduzgi va kechki yuklamalarni alohida hisoblashning ahamiyati nimada?

4. Kuchlanishi 6–10–35/0,4 kVli transformator punkt (TP) larning yuklamasini hisoblash tartibini bayon eting.

5. Kuchlanishi 10/0,4 kV iste'molchi podstantsiya uchun quvvat koeffitsienti qiymatlari qanday topiladi?

6. Kuchlanishi 6–10–35 kV liniyalardagi har bir bo'limdagi TP larning hisobiy yuklamalarni alohida jamlashning sababi nimada?

7. Agar elektr tarmog'ida mavsumiy ishlovchi korxonalar (sug'orish nasos stansiyalari, don, paxta, meva, ozuqa ekinlari omborxonalari va h.k.) mavjud bo'lsa u holda yuklamani hisoblashda yuklama koeffitsientlari qanday qabul qilinadi?

8. Kuchlanishi 0,4 kV (380 V) liniyalarda yuklamani jamlash nomogrammasidan foydalana olasizmi?

9. Kuchlanishi 110–35/6–10 kV li transformator podstantsiyalardagi yuklamalarni hisoblash tartibini bayon eting.

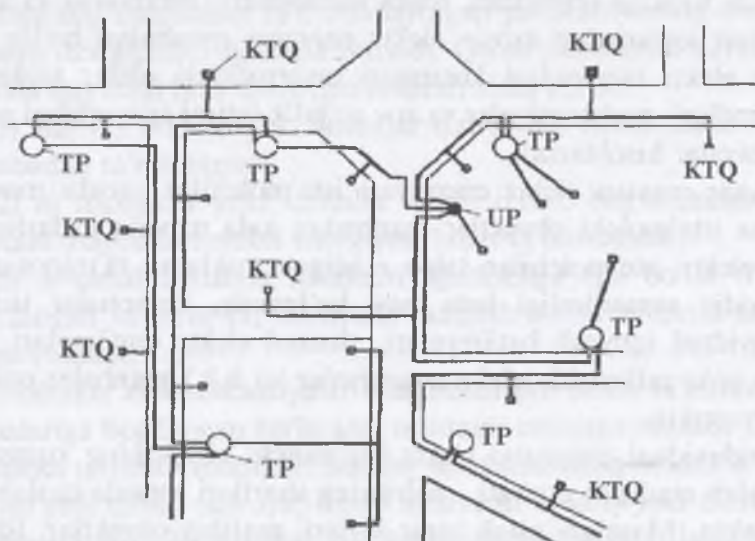
10. Kelajak 5...10...15 yillik rejalari asosida loyihalash nima uchun kerak?

11. Sug'oriladigan ekin maydonlardagi suv ta'minotida sarflanadigan elektr energiya miqdorini aniqlash grafik yordamida hisoblanadimi?

9. SUV XO'JALIGI OBYEKTLARIDAGI TASHQI VA ICHKI TARMOQLARNI LOYIHALASH

9.1. Tashqi tarmoqlarni loyihalash

Tashqi elektr sistemalarni loyihalash suv xo'jalik obyektlari yoki korxonalarning elektr ta'minot sxemalari va ta'minot manbalarini o'z ichiga oladi. Odatda tashqi tarmoqlar past va yuqori kuchlanishlilarga ajratiladi. Past kuchlanishli tashqi tarmoqlar korxonaning ixtiyorida (balansida) bo'lmagan elektr ta'minot liniyalari, transformatorlar va tarqatish qurilmalaridan tashkil topadi. Qishloqlardagi tashqi tarmoqlar ham yuqori kuchlanishli tarmoqlarga o'xshagan tuzilishga ega (9.1-rasm).



9.1-rasm. Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan tashqi tarmoqlarning tuzilishi: KTQ – kirish-tarqatish qurilmasi; TP – transformator podstaniyasi; UP – ulanish punkti.

Loyihalashning asosiy shartlari: energiya tejamkor, yuqori ishonchlilikni ta'minlash, iqtisodiy samaradorlikka erishishi va elektr iste'molchilarni yuqori sifatli elektr energiyasi bilan ta'minlovchi tizimni joriy etishdan iborat [8].

Iqtisodiy samaradorlik elektr ta'minot sistemasiga sarflangan mablag'lar miqdori bilan aniqlanadi. Ishonchlilik — elektr energiyasi iste'molchilar toifasi, texnologik jarayonning xususiyatlari bilan bog'liq. Uni noto'g'ri baholash, ortiqcha xarajatlar, qo'shimcha zaxira manbalarni joriy etish kabi qo'shimcha mablag' va mehnat sarfi bilan bog'liq bo'lib ushbu masalalarning yechilmasligi sistemaning ishonchliligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Loyihalashda odatda bir nechta variant ishlab chiqiladi va texnik-iqtisodiy solishtirish asosida eng maqbul variant tanlab olinadi.

9.2. Tashqi ta'minot manbalarini tanlash

Suv xo'jaligi obyektlari, nasos stansiyalari, korxonalar va aholi turar joylarining asosiy elektr energiya manbalari bo'lib tuman elektr tarmoqlari korxonasi tasarrufidagi elektr tarqatish tarmoqlari, podstansiyalar va suv xo'jalik tizimi ixtiyoridagi podstansiyalar hisoblanadi.

Agar maxsus elektr energiyasi iste'molchilar guruhi mavjud bo'lsa iste'molchi obyektlar manbadan juda uzoqda joylashganda, elektr iste'molchilar talab etadigan yuklama ta'minotining iqtisodiy samardorligi juda past bo'lganda, korxonalar uchun induvidual (quyosh batareyalari, shamol elektr qurilmalari, kichik yoki mikrogidroelektrostansiyalar va h.k.) manbalar qurilishi mumkin.

Induvidual manbalar elektr iste'molchi obyektning xususiyati, talab etadigan quvvati, muhitning shartlari asosida tanlanishi mumkin. Masalan, aholi turar joylari, maishiy obyektlar, ishlab chiqarish korxonalari tomonidan elektr energiyasi va issiqlikka ehtiyoj bo'lsa kichik yoki o'rta issiqlik elektr stansiyalari loyihalalanadi va quriladi. Suv xo'jaligi obyektlari qulay, suv manbalari yetarli bo'lgan hududlarda esa o'rta, kichik va mikro GES larni loyihalash va qurish maqsadga muvofiq.

Elektr energiyasi iste'molchilari markazida elektr energiyasi manbasini loyihalash va qurish zaruriyati bo'lganda tuman elektr

issiqlik markazini qurish ayni ko'zlangan maqsadga erishish imkonini beradi.

«Elektr uskunalardan foylanish qoidolari» (EUFQ)ga ko'ra 1-toifaga mansub elektr iste'molchilar uchun bir-biriga bog'liq bo'lmagan, alohida ikkita elektr energiya manbasi bo'lishi shart. O'zaro bog'liq bo'lmagan mustaqil elektr energiya manbai, asosiy elektr ta'minot manbai ishdan chiqqanda yoki elektr energiyasi ta'minotida uzulishlar bo'lganda zaxira manbadan ta'minlashni ko'zda tutib kuchlanishning tebranishi 5% dan oshmasligi, kerakli miqdorda elektr energiyasi bilan ta'minlanish imkoniyati mavjud bo'lgan manabani anglatadi. Zaxira manba deganda alohida podstantsiyalardan uzatiluvchi kabel yoki havo liniyalari, ikkita mustaqil manbadan ta'minlanayotgan podstaniyaning alohida seksiya uzatgichlari nazarda tutiladi. Qo'sh manbadan ta'minlashda quyidagi ikki shart qanoatlantirilishi kerak:

1) har bir seksiya yoki shinalar tizimi o'z navbatida alohida manbadan ta'minlanadi;

2) a) seksiyalar yoki shinalar tizimi o'zaro bog'lanmagan va alohida manbadan elektr energiyasi bilan ta'minlanadi;

b) avtomat ravishda ishlovchi ajratkichga ega bo'lib o'zaro bog'langan va biror-bir seksiyada buzilish bo'lsa avtomat tarzda ishga tushadi.

Mahalliy elektrostansiyalar markazlashgan elektr ta'minot sistemalariga bog'langan bo'lmasa, mustaqil energiya manbai sifatida qabul qilinishi mumkin. Bunday manbalar uzoq muddatli ajratib qo'yish tizimi (seksiya, liniya ajratkichi orqali) yoki markaziy sistemada yirik buzulishlar yuz berganda undan ajartilgan holda faoliyat ko'rsata oladigan tizim sifatida qabul qilinadi (9.2-rasm).

Obyektning ta'minot manbai orasidagi yuklamalarning taqsimoti, quvvatni, manbaning iqtisodiy ko'rsatkichlarini inobatga olgan holda hamda korxonaning mavsumiy ish xususiyatidan kelib chiqib amalga oshiriladi. Zaxira manba sifatida kichik quvvatli va uzoqda joylashgan elektr energiyasi manbalarini tanlash maqsadga muvofiq emas.



9.2-rasm. Kuchlanishi 110 kV li tashqi elektr ta'minot tarmog'i.

9.3. Elektr tizimining ichki elektr ta'minoti sxemalari

Suv xo'jaligi obyektlarining elektr ta'minot sistemalarini loyihalashda elektr tarmoqlarining ishonchliligi, iqtisodiy samaradorligi kabi ko'rsatkichlar bilan birga korxona hududidagi elektr iste'molchilarning xususiyatlariga ko'ra joylashishi, iste'mol qiladigan quvvati va shaxsiy elektr ta'minot manbalarining mavjudligi ham maqsadga muvofiqdir [3,8].

Elektr energiyasi iste'molchilarining quvvatiga ko'ra obyektlar katta (75–100 MVt dan yuqori), o'rta (5–7 dan 75 MVt) va kichik (5 MVt gacha)larga bo'linadi. Odatda o'rta va kichik elektr iste'molchilarda bitta elektr qabul qiluvchi manbali elektr sxema qo'llaniladi (*Bosh qabul qilish punkti* — BQQP, *bosh tarqatish punkti* — BTP, *tarqatish punkti* — TP). Agar obyektida I toifali elektr iste'molchilar mavjud bo'lsa zaxira manbadan ta'minlash uchun zaxira manbasi va seksiya ajratkichlari bilan butlanadi yoki ushbu liniya alohida ajratilib zaxira manbaga ulanish qurilmalari bilan jihozlanadi.

Ikki yoki undan ortiq tok kirish qurilmasiga ega bo'lgan sxemalar aksariyat iste'molchilari I toifali obyektlarda qo'llaniladi. Bunday sxemali qurilmalarni joriy etishda: maxsus (ikki va undan ortiq manbadan ta'minlanishni talab etadigan) elektr energiya iste'molchilari, yirik va elektr energiyasi uzulishi katta talafotlar bilan bog'liq bo'lgan korxonalar, avtomatik va kompyuterli boshqarish tizimi joriy etilgan o'lchash nazorat va boshqarishli tizimlarda va nihoyat ikki va undan ortiq zaxira manbalarni qo'llash iqtisodiy jihatdan oqlaydigan tizimlarda joriy etiladi. Kuchlanishi 35, 110, 220 kV li va undan ortiq tuman elektr ta'minot manbalari va elektrostansiyalardan ta'minlanuvchi, o'rta va katta quvvatli ta'minot sistemalarida «*Yaqin manbadan ta'minlash*» (YaMT) sxemasi ishlatiladi. YaMT sxemasining afzalliklari shundaki elektr iste'molchi obyektning yaqinida tarqatish punkti o'rnatilib, elektr energiyasi yuqori kuchlanishdan past kuchlanishga bevosita iste'molchi obyekt yonida pasaytirib (110/10; 110/6; 35/10; 35/6; 35/04; 110/35/10; 110/35/6 yoki 110/35/0,4 kV) beriladi. Ushbu sxemada kuchlanishni pasaytirish pog'onalari minimal ko'rsatkichga egaligi bir nechta pasaytiruvchi podstansiyalarga bo'lgan ehtiyojning yo'qligi bilan afzallikka ega (9.3-rasm).

YaMT tarmoqlaridagi liniyalar korxonaning ichidan o'tilganda, ushbu sxemada ishlovchi iste'molchi obyekt yonida joylashgan transformator punktlariga ulanish qurilmasiga ega bo'ladi.

Odatda YaMT sxemasi oddiy tarkibdan iborat bo'lib, yuqori kuchlanish tomonida o'chirgichlar, yig'ma shinalarsiz bajariladi. Eng arzon sxema bo'lgich va qisqa tutashtirgichlardan tashkil topgan sxemadir. (9.3- va 9.4-rasmlar). Bunday sxemalarda elektr energiyasini tarqatish va taqsimlash ikkilamchi kuchlanish tarqatish qurilmasi (TQ 10 kV)da amalga oshiriladi. YaMT lar magistral va radial tarmoqlarda ham qo'llanilishi mumkin (9.3- va 9.5-rasm).

Magistral tarmoqli havo liniyalari vositasida YaMT sxemalari korxonalar ichida atrof-muhit musaffo va normal sharoitda bo'lganda, *yaqin manbadan ta'minlash transformatori* (YaMTT)

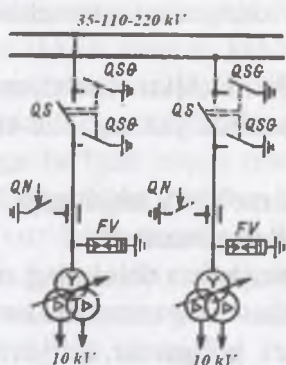
orqali ta'minlanadi va transformatorning boshqa transformatorlar bilan parallel ishlashi uchun kirish va chiqish shitlari bilan butlanadi. YaMTT korxonaning katta quvvatli va asosiy iste'molchilari yaqiniga joylashtiriladi.



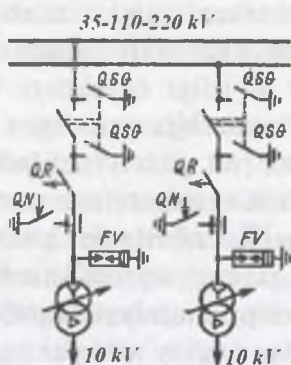
9.3-rasm. Kuchlanishi 35/6,0 kVli transformator podstansiyasi va uning elektr tarmoqlari.

Muhiti ifloslangan korxonalarda radial sxemali elektr tarmoqlar quriladi. Agar bunday korxonalarda havo liniyalari texnik, texnologik, foydalanish, elektr xavfsizlik talablari bo'yicha o'zini oqlamasa, elektr tarmoqlari kabel liniyalar yordamida bajariladi.

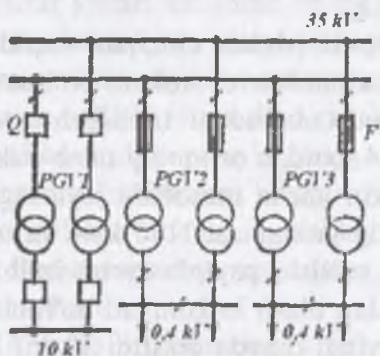
Radial tarmoqlar foydalanishda soddaligi bilan magistral tarmoqlarga nisbatan qulaylikka ega. Agar radial tarmoqlarning biror-bir bo'limi shikastlansa yoki ishdan chiqsa ushbu bo'limni yaqindan o'tgan liniyaga ulab ta'minlash mumkin. Bu paytda boshqa transformator punktlari yoki tarmoqlar ishiga xalal berilmaydi. YaMT sxemalari maksimal darajadagi soddaligi, foydalanishdagi qulayligi bilan markazlashgan elektr ta'minot sxemalaridan qolishmaydi. U har qanday toifadagi elektr ta'minot tizimida ishlatilishi mumkin.



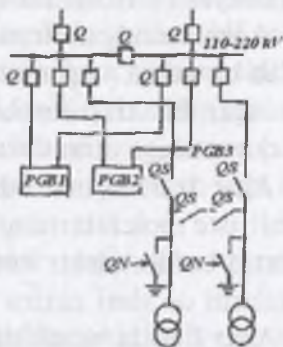
9.4-rasm. Podstansiyaning ajratkich va qisqa tutashtirgichli boshqarishli YaMT sxemasi.



9.5-rasm. Podstansiyaning ajratkich va qisqa tutashtirgich va bo'lgichli boshqarishli YaTM sxemasi.



9.6-rasm. Magistral havo liniyalari ulanadigan YaMT elektr sxemasi.



9.7-rasm. Radial havo liniyalari ulanadigan YaMT elektr sxemasi.

9.4. Loyiha obyektida transformatorni o'rnatish joyi, quvvati va sonini belgilash

9.4.1. Kuchlanishi 35...110/10-6 kv li pasaytiruvchi podstansiyalar

Kuchlanishi 220-110-35/10-6 kV li podstansiyalar soni va quvvati past kuchlanish 10(6)/0,4 kV li transformator punktlarining past kuchlanish (0,4 kV) shinalaridagi ortiqcha yuklanish va

elektr iste'molchilarni talab etiladigan darajadagi ishonchlilikni ta'minlash talablari asosida tanlanadi.

Suv xo'jaligi obyektlari va qishloqlarni elektr energiyasi bilan ta'minlashga qaratilgan podstantsiyalarda ikkitagacha transformator juft qilib o'rnatiladi.

Texnik ekspluatatsiya materiallari va me'yoriy hujjatlarga ko'ra quyidagi holatlarda qo'sh transformatorlar o'rnatiladi.

1. Agar eng yaqin podstantsiya loyihalanayotgan obyektidagi transformator podstantsiyasidan 45 km va undan ortiq masofada bo'lsa;

2. Agar tabiiy to'siqlar (suv omborlari, poligonlar, karyerlar va boshqa shu kabi hududlar) hech bo'lmasa bitta 10(6) kV liniyani qo'shni podstantsiyadan zaxiralash imkoni bo'lmasa;

3. Agar hisobiy yuklama kamida 6300 kVA li transformatorli podstantsiyani o'rnatishni talab etsa;

4. Agar buzulgan transformatorni ishdan chiqqan vaqtdan boshlab bir sutka vaqt mobaynida almashtirish imkoni bo'lmasa;

5. Agar bir transformatorli podstantsiyadagi transformatorni katta quvvatlisiga almashtirishda 24 soatdan ortiq vaqt talab etilsa;

6. Agar transformatordan 10 km gacha masofada joylashgan I toifali iste'molchilarning umumiy yuklamasi 1100 kVA va undan ortiq bo'lib, elektr energiyasi uzilishi paytida ayrim muhim obyektlarni qo'shni zaxira manbadan ulash imkoniyati bo'lmasa;

7. Agar I toifa buzulishdan keyingi davrda qo'shni 10 (6) kV li liniyadan zaxiralash paytida kuchlanishning og'ishini me'yoriy ko'rsatkichlarga keltirish imkoni bo'lmaganda qolgan barcha holatlarda podstantsiyalarda bitta transformator o'rnatiladi.

Ikki transformatorli podstantsiyalarda quvvati teng bo'lgan transformatorlarni o'rnatish, shu bilan birga hisob davridagi umumiy yuklamaga nisbatan har bir transformatorning quvvati 65...70% ni tashkil etishi shart. Qaytadan jihozlanadigan podstantsiyalarda elektr iste'molchi obyektlarning yuklamasi doimiy ortib borganda, transformatorning quvvati (o'rnatilgan quvvat bo'yicha hisoblangan) umumiy hisob quvvatidan pastrog'ini o'rnatish, ikki transformatorli podstantsiyalarda bitta hisob yuklamasiga teng

keluvchi va agar kerakli darajadagi ishonchlilik ta'minlanmasa u holda ikkita hisobiy yuklamadan quvvati past bo'lgan transformator o'rnatiladi [7, 8, 10].

Odatda avtomatik kuchlanishni rostlash qurilmasi (AKRQ) ga ega bo'lgan moyli transformatorlarni o'rnatish tavsiya etiladi. Ushbu holat qishloq joylari va suv xo'jalik obyektlarida doimiy yuz berib turadigan kuchlanishning tebranishi 7,5% ga yetganda ham talab etiladigan turg'unlikni ta'minlab beradi. AKRQ bo'lmagan tarmoqlarda ushbu qurilmaga o'xshagan yoki undan ishonchliligi, sezgirligi va ish tarzi yaxshiroq bo'lgan qurilmalardan foydalanish tavsiya etiladi.

Loyiha obyektlarida transformator podstansiyasiga joy tanlanganda suv bosmaydigan, yer osti suvlari qalqib chiqmaydigan, aholi turar joylari va ishlab chiqarish obyektlariga xalal bermaydigan va shu bilan birga ularga juda yaqin masofada: avtomobil yo'llari, temiryo'l stansiyasi yonida va eng muhimi elektr yuklamalar markazida bo'lishi shart. Podstansiya o'rnidagi joyshunday tanlanishi kerakki, unda tuproq ishlari, yerlarni tekislash, gaz, suv va boshqa kommunikatsiyalarni ko'chirish yoki joyini o'zgartirish kabi ortiqcha ishlarga mehnat va mablag' sarflanmasin.

Podstansiyadagi uskunalar komplekti quyidagilarni ta'minlashi shart:

a) havo liniyalaridagi kirish va chiqishlar juda qulay, sodda va imkon qadar oz burulish va kesishishlardan iborat bo'lishi;

b) uskunalarga xizmat ko'rsatish va ta'mirlashda transport vositalaridan foydalanishga qulay va transport uchun yo'laklarning mavjudligi;

d) podstansiyaning, kelajakda kengaytirish imkoniyatiga egaligi.

Podstansiya inshootining tannarxini pasaytirish, elektr ulanish sxemalarini soddalashtirish uchun quyidagi chora-tadbirlarni joriy etish talab etiladi:

1) yuqori kuchlanish tomonida moyo'chirgichlar o'rniga, yuqori kuchlanishli saqlagichlarni o'rnatish va agar uzatiluvchi va ta'minlovchi liniyalarni yuqori kuchlanishli saqlagich yordami-

da himoya uzluksizligi va ishonchliligini ta'minlash imkoniyati bo'lmasa — qisqa tutashtirgich va bo'lgichlarni joriy etish;

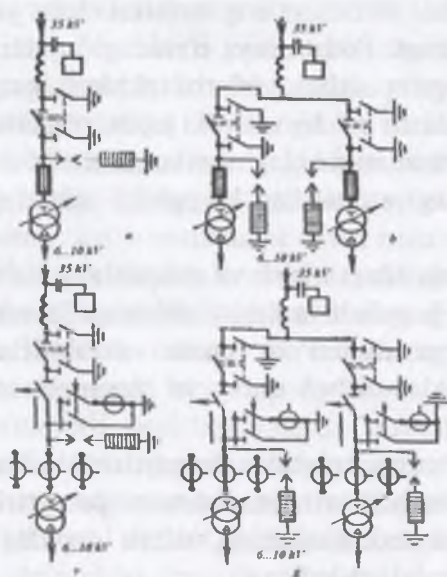
2) bir transformatorli podstansiyalarning 6–10 kV, kuchlanish tomonidagi yig'ma shinalar seksiyasiz (seksiya ajratkichlarisiz) qilib bajarish, ikki transformatorli podstansiyalarda seksiya ajratkichlarini o'chirgich yoki zaxira manbani avtomat ishga tushuruvchi qurilma bilan ta'minlash;

3) o'preativ o'zgaruvchan tokdan foydalanish;

4) normal ish tartibi va buzulishlardan saqlash uchun sodda himoyadan foydalanish;

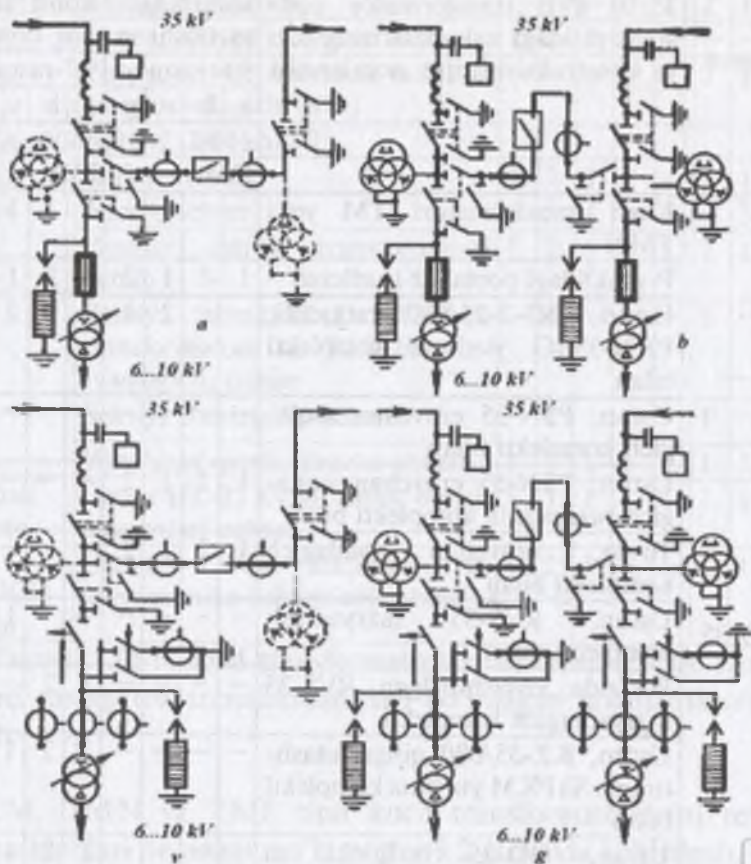
5) komplet tarqatish qurilmalaridan foydalanish.

Har qanday elektr ulanish sxemasi qo'llanilganda, podstansiya-ning hisob quvvati, iste'molchilar toifasi, podstansiya o'chishidan iste'molchilar ko'radigan zarar miqdori, elektr tizimida podstansiya-ning tutgan o'rni va uning tashqi ta'minot sxemasi inobatga olinadi.



9.8-rasm. Kuchlanishi 35/10 (6) kV li berk zanjirli (tupik) pasaytiruvchi podstansiyadagi tarqatish qurilmasi (TQ 35 kV)ning birlamchi ulanish sxemasi: a va b — transformator zanjiridagi 35 kV li saqlagich bilan; v va g — 35 kV li bo'lgich va qisqa tutashtirgich bilan.

Transformatorning quvvati 1600 kVA va undan past bo'lganda 35 kV kuchlanish tomonida eruvchan saqlagichlarni o'rnatish tavsiya etiladi. Transformatorning quvvati 2500 kVA va undan yuqori bo'lganda esa, qisqa tutashtirgich va bo'lgichlarni o'rnatish maqsadga muvofiq.



9.9-rasm. 35/10 (6) kV li o'tuvchi zanjirli (proxodnoy) pasaytiruvchi tarqatish podstansiyadagi TQ35 ning birlamchi ulanish sxemasi:

- a – transformator zanjiridagi 35 kV saqlagichli, bir tomondan ta'minlanish;
- b – transformator zanjiridagi 35 kV saqlagichli, bir tomondan ta'minlanish;
- v – transformator zanjiridagi 35 kV bo'lgich va qisqa tutashtirgichli bir tomondan ta'minlanish; g – transformator zanjiridagi 35 kV bo'lgich va qisqa tutashtirgichli ikki tomondan ta'minlanish.

Transformator podstansiyasidagi asosiy uskunalarning nomlari va texnik ko'rsatkichlari haqidagi ma'lumotlar

Element	Eruvchan saqlagich, qisqa tutash-tirgich va bo'lgich bilan butlangan 35/10 kVli transformator podstansiyasidagi uskunalarining turi va konstruksiyasining nomlanishi	Ochiq tarqatish qurilmasi (OTK-35)dagi uskunalarining konstruktiv tuzulishi va soni, dona							
		9.6-rasm				9.7-rasm			
		a	b	v	g	a	b	v	g
		1000...1600 kVA				1600...6300 kVA			
OTQ-35	Kuch transformatori TM yoki TMN	—	—	—	—	1	2	1	2
	P shaklidagi portallar (turlicha)	1	2	1	2	1	2	1	2
	Ustun, RN3-2-25/630 ajratkichli, PRN-35BG yuritma komplekti bilan	—	—	2	4	—	—	2	4
	Ustun, PSN-35 eruvchan saqlagich komplekti bilan	—	—	—	—	—	—	—	—
	Ustun, PSN-35 eruvchan saqlagich razryadnik komplekti bilan	1	2	1	2	—	—	—	—
	To'siq, eruvchan saqlagich komplekti bilan	1	2	1	2	—	—	—	—
	Ustun, RVS-35 razryadlash komplekti bilan	—	—	—	—	—	—	1	2
	Portalda joylashtirilgan RVS-35 razryadlagich komplekti	—	—	—	—	1	2	—	—
	Ustun, KZ-35/600 qisqa tutash-tirgich ShPKM yuritma komplekti bilan	—	—	—	—	1	2	1	2
	Ustun, OD-35 bo'lgichi va ShPOM yuritma komplekti bilan	—	—	—	—	1	2	1	2
	O'chirgich S-35-630-10 yoki Vp-35-100-5 komplektida	—	—	1	1	—	—	1	1
	Ustun, ZXNOM-35-66 kuchlanish transformatori va PKT-35N saqlagich bilan	—	—	—	2	—	—	—	2

TQ10 –tar- qatish quril- masi	Ustun, TFN-35 tok transformatori uchun	–	–	–	–	1	2	1	2
	OMS-35-500 izolyatorlar uchun kronshteyn	–	–	–	–	1	2	1	2
	RSh tip lirelesh kaflari	–	–	1	1	2	2	3	3
	Yashin qaytargich	–	–	–	–	1	2	1	2
	Ustun, KO-10 izolyatori bilan	1	2	1	2	–	–	–	–
	Ustun, KO-10 izolyatori va RPV-10 razryadlagichi bilan	–	–	–	–	1	2	1	2
	KRN-111-10 shkafi:								
	Kirish uchun	1	2	1	2	1	2	1	2
	HL-10 uchun	4	6	4	6	5	8	5	7
	Shaxsiy ehtiyoj transformatori uchun	1	2	1	2	1	2	1	2
	Seksiya ajratkichini NTM1-10 transformatori va RPV-10 razryadlagichi uchun	–	1	–	1	–	1	–	1
	Seksiya o'chirgichi uchun	–	1	–	1	–	1	–	1
Yuqori chasto- tali (YUCh) aloqa	Yong'inga qarshi jihozlar shkafi	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ustun HL-35 kV ga ishlov berish uskunalari uchun	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ustun, YUCh uskunalari va telemexanika uskunalari uchun	1	1	1	1	1	1	1	1

Eslatma. TFN-35M transformatorlari va OMS-35-500 izolyatorlari tashqi tok transformatorlari bo'lmagan holatlarda o'rnatiladi.

TM, TMN va TMF tipli kuch transformatorlarini texnik ko'rsatkichlari haqidagi ma'lumotlar 9.2-jadvalda keltirilgan.

**TM, TMN va TMF tipli kuch transformatorlarini texnik ko'rsatkichlari haqidagi
ma'lumotlar**

Transformator turi	Nominal quvvati, kVA	Kuchlanishi, kV		Chulg'am-larning ulanish sxemasi va guruhi	Isrofi, Vt			Qisqa tutashuv kuchlanishi, %	Salt holat toki, A	0,4 kV kuchlanishdagi transformatorning qarshiligi, Om.	
		YUK	PK		salt holat		Qisqa tutashuv			to'g'ri ketma-ketlik	bir fazali q.t., Z ⁽¹⁾
					Darajasi A	Darajasi V					
TM	25	6; 10	0,4		130	135	600 690	4,5 4,7	3,2	0,29 0,30	3,11 0,9
	40				175	190	880 1000	4,5 4,7	3,0	0,18 1,188	1,949 0,57
	63				240	265	1280 1470	4,5 4,7	2,8	0,115 1,119	1,237 0,225
	100				330	365	1970 2270	4,5 4,7	—	0,072 0,075	0,779 0,225
				35		420	465	1970 2270	6,5 6,8	2,6	0,104 0,107
	TM, TMF			160	6; 10	0,4		510	565	2650 3100	4,5 4,7
TM	35		620		700		2650 3100	6,5 6,8	2,4	0,065 0,068	0,487

TM, TMF	250	6; 10	0,4	Y/Y-0 Y/Δ-11	740	820	3700 4200	4,5 4,7	—	0,029 0,030	0,312 0,09
TM	250	35	0,4	Y/Y-0 Y/Δ-11	900	1000	3700 4200	6,5 6,8	2,3	0,042 0,044	0,305 0,12
T M , TMF; TMN	400	6; 10	0,4	Y/Y-0 Δ/Y-11	950	1050	5500 5900	4,5	2,1	0,018 0,018	0,195 0,066
T M , TMN	400	35		Y/Y-0 Δ/Y-11	1200	1350	5500 5900	6,5	2,1	0,026 0,026	0,191
T M , TMF; TMN	630	6; 10	0,4	Y/Y-0 Δ/Y-11	1300	1560	7600 8500	5,5	—	0,014	0,129 0,042
T M , TMN	630	35	0,4 6,3 11	Y/Y-0 Y/Δ-11 Y/Δ-11	1600	1900	7600	6,5	2,0	0,016	0,121
TM	1000	35	6,3	Y/Δ-11	2750	11600	12200	1,5	—	—	—
	1600		10,5		3650		18000	6,5	1,4	—	—
	2500				6800		25000	1,1	—	—	—
TMN	4000	35		Y/Δ-11	9500	33500	33500	7,5	1,1	—	—
	6300				13500		46500	0,9	—	—	—
	1000		6,3		2750		11600	1,5	—	—	—
TMN	1600	35	11	Y/Δ-11	3650	16500	16500	6,5	1,4	—	—
	2500				5100		23500	1,1	—	—	—
	4000					33500	33500	7,5	1,0	—	—
	6300						46500	0,9	—	—	—

9.4.2. Transformator podstansiyasi va punkti o'rnini belgilash uchun yuklama markazini aniqlash

Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, loyihalanayotgan suv xo'jaligi obyektlari va aholi yashash joylaridagi transformator punktlari va podstansiya o'rnini tanlashning bir qancha talablari o'rta tashlangan edi.

Shulardan biri ta'minot manbai hisoblangan transformator punktlari va podstansiyalarning elektr iste'molchi obyektlarning yuklama markazlarida joylashtirishga erishish edi [13].

Elektr iste'molchi obyektlarning yuklama markazlarini aniqlashda boshqa usullarda bo'lgani kabi (figura, jism va h.k.larning og'irlik markazi) elektr iste'molchi obyektlarning elektr iste'mol miqdori va joylashgan o'rni grafikka joylashtirib chiqiladi. Grafikda x va y koordinatalar orasidagi qiymatni hisoblashda quyidagi formuladan foylanilinish o'rinli bo'ladi.

$$x_p = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} S_i \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{i=n} S_i} \quad y_p = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} S_i \cdot y_i}{\sum_{i=1}^{i=n} S_i}$$

bu yerda, S_i — birinchi i — iste'molchi podstansiyaning hisob yuklamasi, kVA; x_i va y_i — x va y o'qidagi S_i ning grafikdagi proeksiyasi; $\sum S_i$ — loyihalanayotgan tuman ta'minot podstansiyasidan ta'minlanuvchi barcha manba podstansiyalarning hisobiy quvvat yig'indisi.

Koordinatalarning boshlanishi va koordinata o'qlari ixtiyoriy olinadi.

Agar yuklama markazi «Texnik ekspluatatsiya talabalari va «Texnika xavfsizligi» qurulishni amalga oshirish normalari va talablariga javob bermaydigan joyga to'g'ri kelsa, u holda yuklama markaziga yaqin bo'lgan va talablarni qanoatlantiradigan joy belgilab olinadi.

1-masala. 9.10-rasmda elektr iste'molchi obyektlarning maksimal yuklamasi (suratda) kVA hamda uni ta'minlovchi manba transformator punkti (TP)ning tartib raqami tasvirlangan.

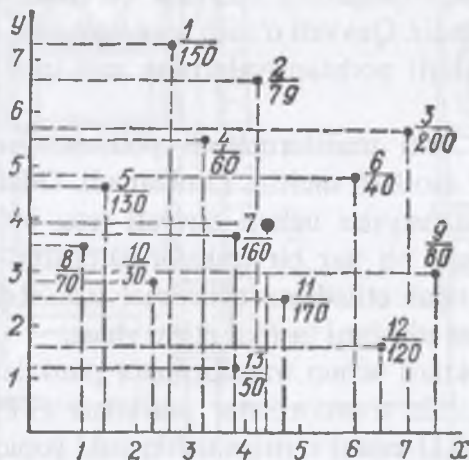
Elektr iste'molchi obyektlar uchun podstansiyaning joylashish o'rnini belgilang.

Yechilishi:

Koordinata o'qlarini tuzamiz va x_r va y_r ni topamiz:

$$x_p = \frac{\sum S_i \cdot x_i}{\sum S_i} = \frac{150 \cdot 2,6 + 79 \cdot 4,2 + 200 \cdot 7 + 60 \cdot 3,2 + 130 \cdot 1,5 + 40 \cdot 6 + 160 \cdot 3,8 + 70 \cdot 1 + 80 \cdot 7,5 + 30 \cdot 2,3 + 170 \cdot 4,7 + 120 \cdot 6,5 + 50 \cdot 3,8}{150 + 79 + 200 + 60 + 130 + 40 + 160 + 70 + 80 + 30 + 170 + 120 + 50} = \frac{5890}{1339} = 4,4 \text{ sm}$$

$$y_p = \frac{\sum S_i \cdot y_i}{\sum S_i} = \frac{150 \cdot 7,4 + 79 \cdot 6,6 + 200 \cdot 5,7 + 60 \cdot 5,5 + 130 \cdot 4,6 + 40 \cdot 4,8 + 160 \cdot 3,7 + 70 \cdot 3,5 + 80 \cdot 3 + 30 \cdot 2,8 + 170 \cdot 2,5 + 120 \cdot 1,6 + 50 \cdot 1,2}{150 + 79 + 200 + 60 + 130 + 40 + 160 + 70 + 80 + 30 + 170 + 120 + 50} = \frac{5329}{1339} = 3,9 \text{ sm}$$



9.10-rasm. Yuklama markazini aniqlashda elektr iste'molchilarning grafikda joylashuvi: maxrajda TP ning tartib raqami, suratda uning yuklamasi, kVA.

Olingan natijalarni masshtabga qo'yib quyidagi natijaga erishiladi:

$$x_r = 4,4 \cdot 5 \cdot 105 = 22 \cdot 105 \text{ sm} = 22 \text{ km};$$

$$u_r = 3,9 \cdot 5 \cdot 105 = 19,5 \cdot 105 \text{ sm} = 19,5 \text{ km}.$$

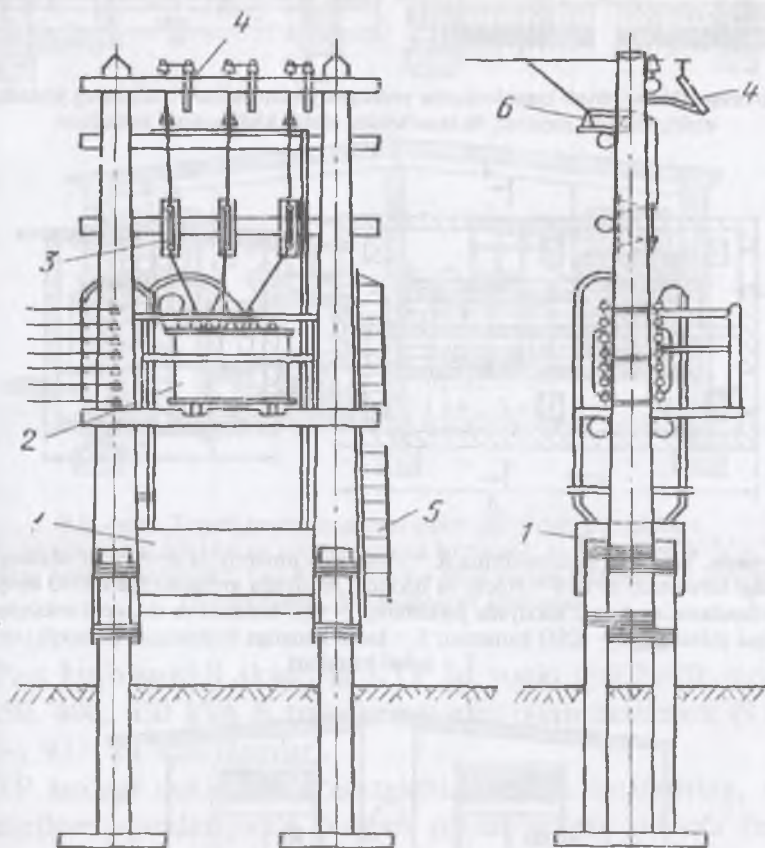
9.4.3. Kuchlanishi 35...10(6)/0,4 kv li podstansiyalarni loyihalash

Qishloqlar, mahallalar va suv xo'jalik obyektlaridagi elektr iste'molchi obyektlarni elektr energiyasi bilan ta'minlash loyihalarida odatda, quvvati 40, 63, 100, 160, 250 va 400 kVA li bir transformatorli transformator punktlari tanlanadi. Transformatorlarning tannarxi arzonligi, ko'p yillik ekspluatatsiya natijalariga ko'ra moyli transformatorlar ko'pchilikni tashkil etadi. Katta quvvatli, ikki transformatorli va podstansiyalar yirik suv xo'jalik obyektlari, aholi tig'iz joylashgan hududlar va birinchi toifali iste'molchilar bo'lgandagina tanlanadi. Ikki transformatorli podstansiyalar bir transformatorga nisbatan ishonchililigining yuqoriligi bilan ustun tursada, uskunalarining narxi va ekspluatatsiya sarf-xarajatlari bo'yicha bir transformatorlilarga nisbatan qimmatdir. Quvvati o'zaro teng bo'lsada, bu ko'rsatkich ikki transformatorli podstansiyalarning zaif tomonidan dalolat beradi.

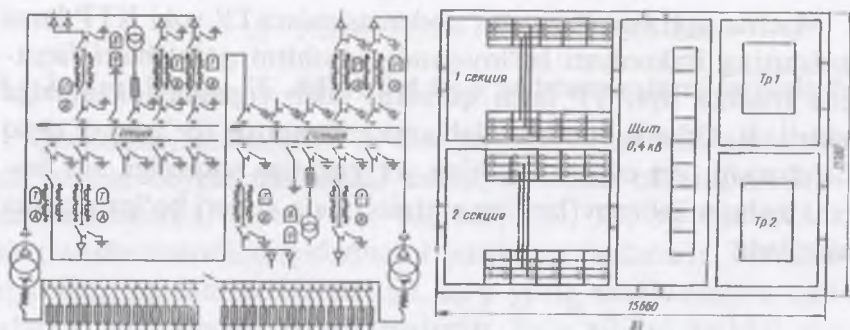
Shu sababli ikki transformatorli podstansiyaning o'rnatishda texnik iqtisodiy asoslash muhim hisoblanadi. Odatda ikki transformatorli podstansiyalar uchun quvvati teng bo'lgan transformatorlar tanlanadi va har bir transformatorning quvvati hisob davri oxiridagi talab etiladigan maksimal $0,6...0,65$ ($R_{rr} = 0,6 + 0,65 \cdot R_{max}$) qism ulushini tashkil etishi shart.

Loyiha obyektlari uchun transformator punktlari va podstansiyalarini tanlashda transformator punktlari (TP) va machtali podsantsiyalar (9.11-rasm) o'rniga ochiq yoki yopiq tipdagi komplekt transformator punkt (KTP)larni va podstansiyalarni tanlash va qurish mablag' va vaqtni tejash bilan birga yuqori ishonchlilik va samarali ekspluatatsiyani ta'minlashi mumkin. Chunki, ochiq va yopiq tipdagi transformator podstansiyalari va punktlaridagi tarqatish qurilmalarini zavodlarda yig'ib montaj qilinadi va elektr sinovlaridan o'tkazilgan, tayyor holatda olib kelib bino ichiga o'rnatiladi.

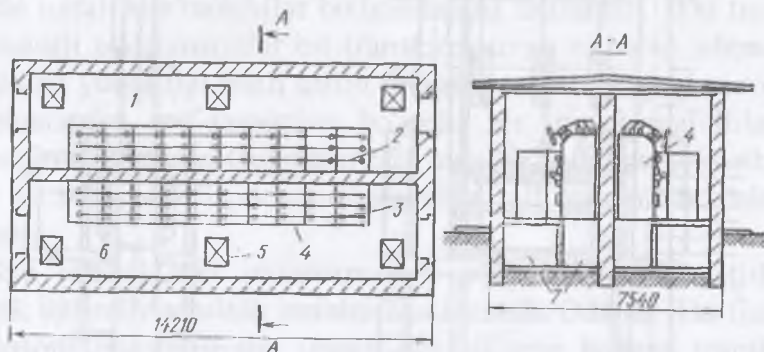
Machta tipli transformator podstansiyalari TP yoki KTP larni qurishning imkoniyati bo'lmaganda, muhitning talablari faqatgina machta tipli TP larni qurishni talab etgandagina amalga oshiriladi. Odatda bunday talablarga tuproqning me'yordan ortiq sho'rlanishi, yer osti suvlarining yer yuzasiga yaqinligi, suv bosish, toshqin kabi xavflarning ehtimoli juda yuqori bo'lgandagina bajariladi.



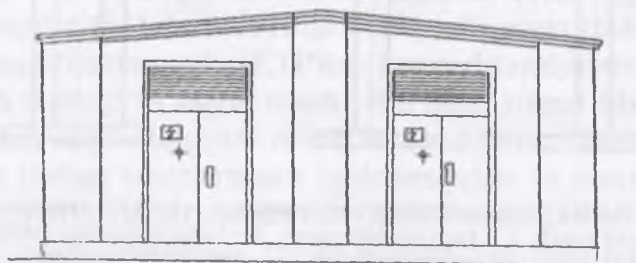
9.11-rasm. Machta tipli transformator podstansiyasi: 1 — 0,4 kV li tarqatish qurilmasining metall shkafi; 2 — kuch transformatori; 3 — tashqi o'rnatilgan saqlagichlar; 4 — trubka tipli razryadlagichlar; 5 — yig'ma metall narvoncha; 6 — uch qutbli ajratkich.

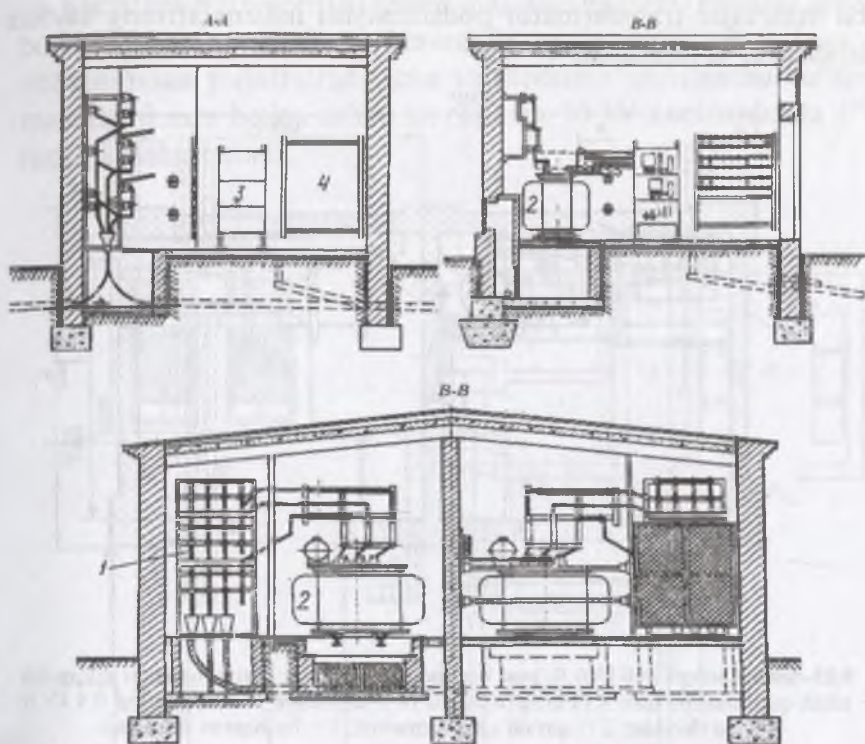


9.12-rasm. Ikki seksiyali transformator podstansiyasida elektr jihozlarning joylashuvi: elektr ulanish sxemasi; b) bino ichida elektr jihozlarning joylashuvi.



9.13-rasm. Tarqatish qurilmasining A – yuqoridan umumiy va A-A – ko'ndalang kesimdagi ko'rinishi: 1- va 6-birinci va ikkinchi seksiyada joylashtirilgan KSO tarqatish qurilmalarining 1 va 2 seksiyada joylashuvi; 2- va 3-birinci va ikkinchi seksiyaning yig'ma shinalari; 4 – KSO kamerasi; 5 – kabel kanaliga tushadigan qopqoqli tuynuk; 7 – kabel kanallari.





9.14-rasm. Transformator punktida elektr jihozlarning joylashuvi:

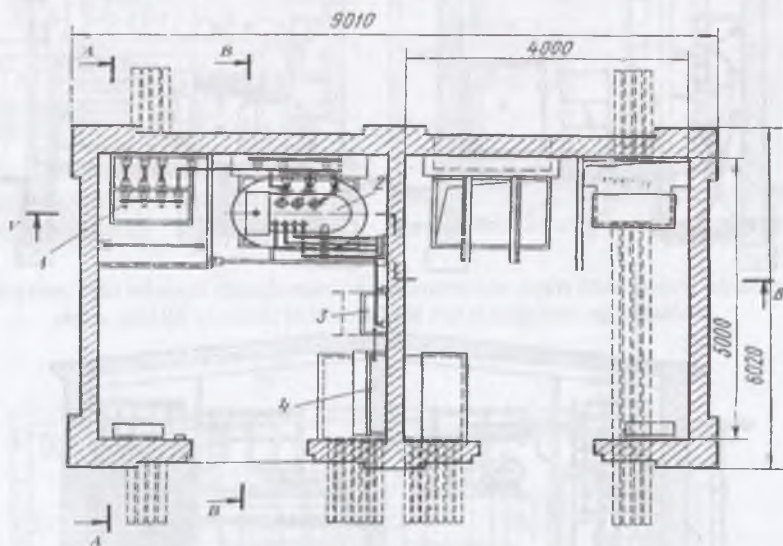
A – transformator punktining yon tomonidan ko‘rinishi; A-A, B-B va V-V – TP ning kesimda ko‘rinishi; 1 va 4–6–10 va 0,4 kV li yig‘ma shinalar; 2 – quvvat transformatori; 3 – boshqaruv stansiyasi.

Past kuchlanishli aksariyat KTP lar yopiq tipli bo‘lib quvvati 250, 400, 630 kVA li transformatorlar bilan butlanadi (9.15-, 9.16-, 9.17- va 9.18-rasmlar).

TP lardagi ochiq tok o‘tkazgichlar va qurilmalarning, yerlashtirilgan qismlarigacha bo‘lgan ruxsat etilgan masofa (mm) haqidagi ma’lumotlar 9.3-jadvalda berilgan.

Jadval ma’lumotlari asosida transformator podstansyasidagi qurilmalar va o‘tkazgich shinalarning yerlashtirish tizimiga ulangan qismlarigacha bo‘lgan ruxsat etilgan masofalar beriladi. Ush-

bu masofalar transformator podstansiyasi uskunalarining xavfsiz ishlashini ta'minlaydi.



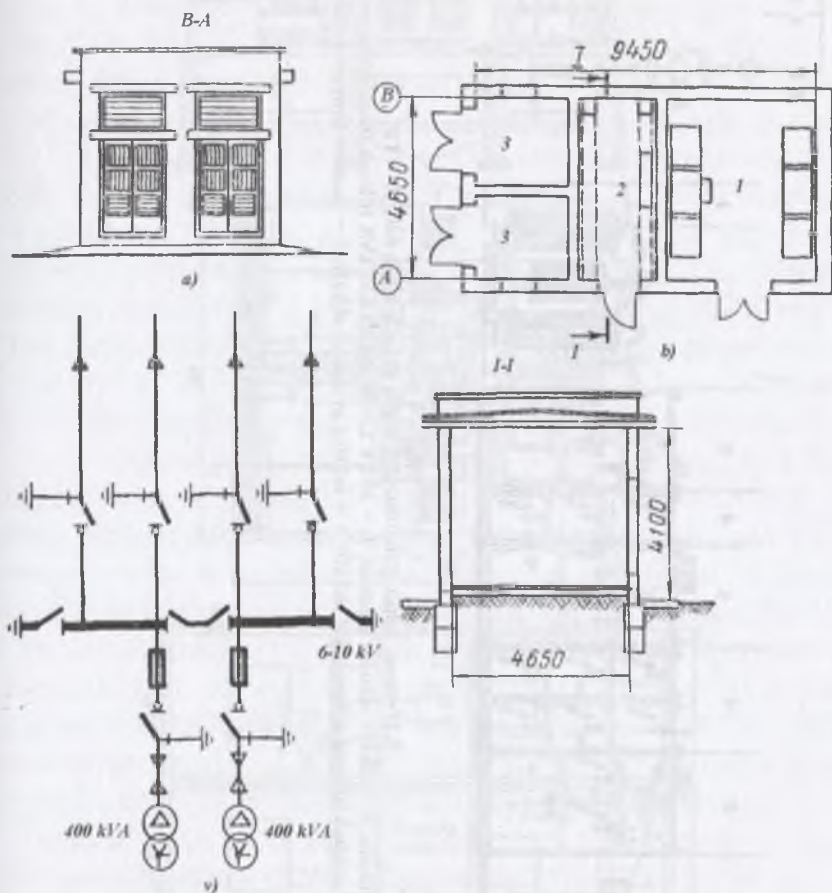
9.15-rasm. Quvvati 400 kVA li, past kuchlanish tomonida zaxira manbani avtomatik ulash qurilmasi bo'lgan KTPning tuzulishi va o'lchamlari: 1 va 4-6-10 va 0,4 kV li yig'ma shinalar; 2 - quvvat transformatori; 3 - boshqaruv stansiyasi.

9.3-jadval

**TP ning ochiq tok o'tkazgichidan yerlashtirilgan qismigacha
bo'lgan ruxsat etilgan masofa (mm)**

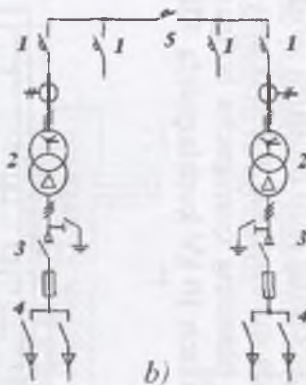
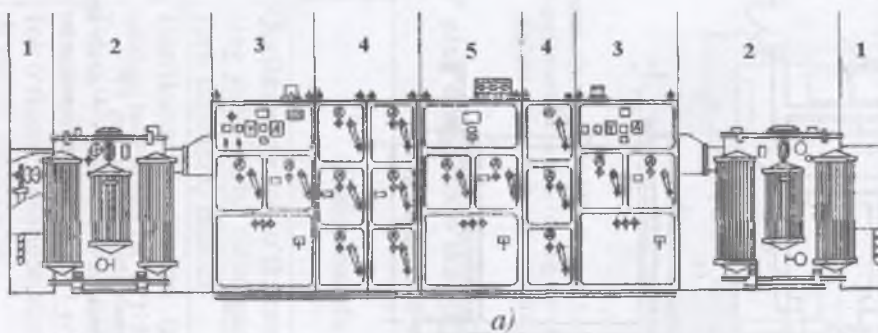
T.R.	Oraliq masofa, mm	Nominal kuchlanish, kV	
		6	10
1	Qurilmaning tok o'tkazuvchi qismidan bining yerlashtirish tizimigacha	90	120
2	Turli fazalararo masofa	100	130
3	Tok o'tkazuvchi qismdan (to'siqsiz) va oyoq ostidagi to'shamgacha (o'tish yo'lagi ustigacha)	2500	500
4	Tok o'tkazish qismidan yaxlit to'siqqacha va metall eshikkacha	120	150
5	Tok o'tkazish qismidan sim to'rtli to'siqqacha va metall eshikkacha	190	220

Kuchlanishning ortishi ushbu masofaning ham ortishiga sabab bo'ladi. Masalan, 6 kV kuchlanishda qurilmaning tok o'tkazuvchi qismidan yerlashtirishgacha va binoning qismigacha bo'lgan masofa 90 mm bo'lsa ushbu ko'rsatkich 10 kV kuchlanishda 120 mm ni tashkil etadi.



9.16-rasm. Usukunalari turli xonalarda joylashtirilgan TP:

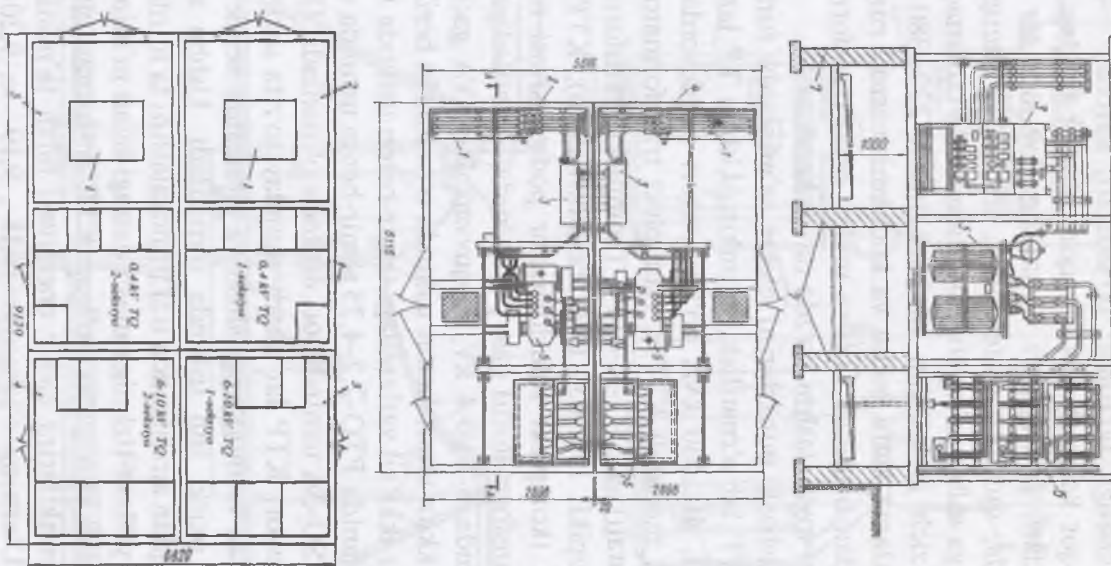
a — umumiy ko'rinishi, b — binoning chizmasi va o'lchamlari; v — elektr ulanish sxemasi; 1 va 2 — tarqatish qurilmasi 6–10 va 1 kV; 3 — transformatorlar bo'limi.



9.17-rasm. Ichki o'rnatiluvchi, yopiq shkafli KTP-630/10 KTP:

a – umumiy ko'rinishi; b – elektr ulanish sxemasi; 1 – 10 kV kirish shkafi 630 kVA li kuch transformatori; 2 – bosh avtomat shkafi; 3 – uzatish liniyasi avtomatlari shkafi; 4 – seksiya avtomati shkafi; 5 – uzatish liniyasi avtomatlari shkafi.

9.18-rasm. 6–10/0,4 kV li quvvatli 630 kVA li transformator podstansiyasining chizmasi: A – TP ning yon tomondan ko'rinishi; B – TP ning yuqoridan ko'rinishi; V – temir-beton bloklardan qurilgan TP ning o'lchamli chizmasi.



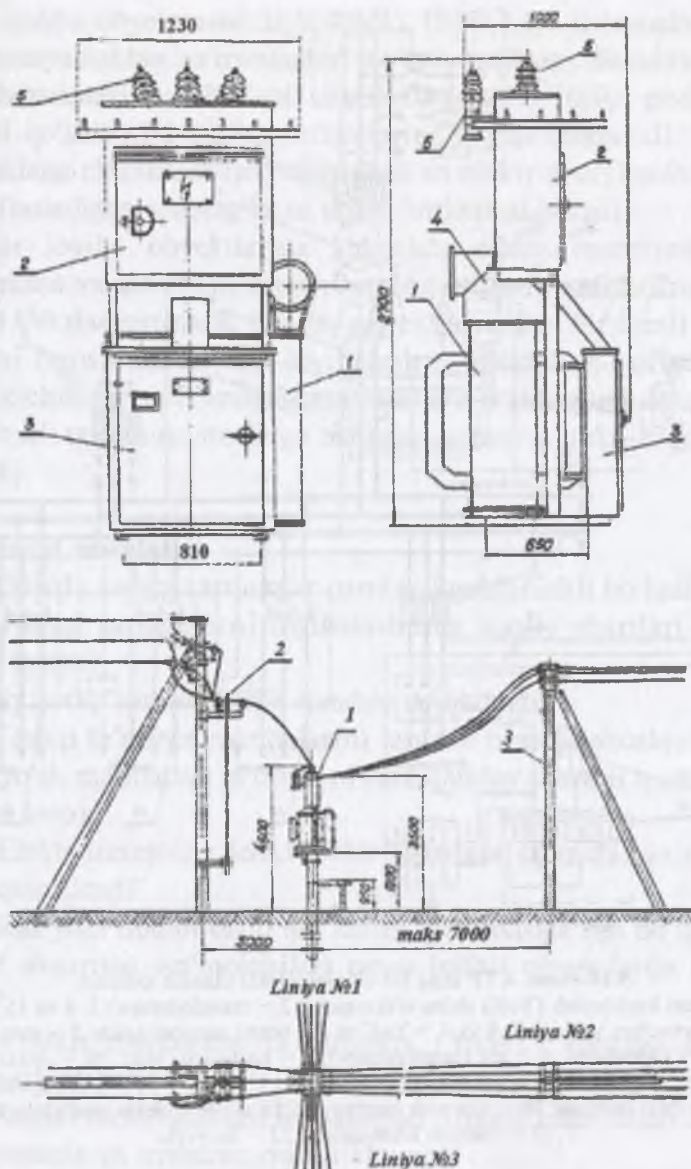
Yopiq tipli transformator podstansiyalari atrof-muhit juda ifloslangan, changli bo'ronlar bo'ladigan, harorati -40°C gacha yetadigan, qor ko'chish xavfi yuqori, shahar tipidagi aholi yashash punktlari, podstansiya o'rnatishga joy juda tor va kichkina bo'lganda, qurulish materiallari, sement va shunga o'xshash atrof-muhitga salbiy ta'sir etuvchi hududlarda tanlanadi.

Aholisi zich joylashgan va kuchlanishi 220–380 V li liniyalarda yuklama katta bo'lsa va kuchlanish isrofi ruxsat etilgan ko'rsatkichdan ortganda ikki va undan ortiq transformator podstansiyalarni loyihalashni ko'zda tutish kerak.

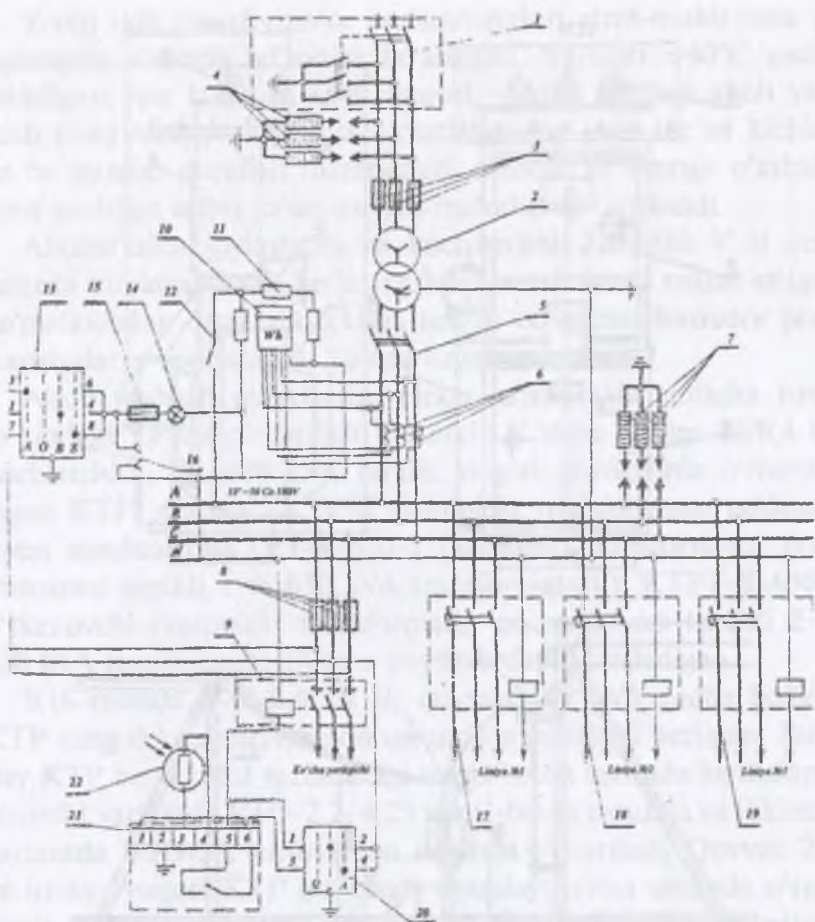
Aholi yashash punktlarini elektr ta'minotida turlicha rusm va tipdagi TP lar o'rnatilishi mumkin. Ushbu TP lar 10/0,4 kV kuchlanishli, 40...630 kVA bo'lib: yuqori poydevorda o'rnatiladigan KTP; machtali KTPM (komplekt transformator podstansiyasi machtali); KTPT-K-630-1 (komplekt transformator podstansiyasi tupikli 1 ta 630 kVA transformatorli); KTPT-K-630-2 o'tkazuvchi (komplekt transformator podstansiyasi tupikli 2 ta 630 kVA transformatorli) past poydevorda o'rnatiladigan.

9.16-rasmda 6-10/0,4 kV li, quvvati 160 kVA gacha bo'lgan KTP ning ikkita temir-beton ustunda o'rnatilishi berilgan. Bunday KTP lar ikki xil variantdagi temir-beton ustunda loyihalanib birinchi variantda PTO-2,2-4,25 temir-beton ustunda va ikkinchi variantda USO-3A temir-beton ustunda o'rnatiladi. Quvvati 250 va undan yuqori KTP lar xuddi shunday to'rtta ustunda o'rnatiladi. KTP ni tarmoqqa qo'shish va ajratishda kerak bo'ladigan ajratkichlar oxirgi sim ustunda o'rnatiladi. Ushbu ajratkichlar KTP tarmoqdan ajratilganda uni himoyalashni ta'minlashi uchun qo'shimcha yerlash tizimiga ulash dastagi bilan ta'minlangan.

Quvvati 160 kVA gacha bo'lgan KTP lar asosan qishloq aholi yashash punktlarini elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun ishlatiladi. Ularning o'lchamlari 9.18-, 9.19- va 9.20-rasmlarda berilgan. Tashqi yoritkichlar va ko'cha yoritkichlari markazdan boshqarilsa KTP da yoritkichlarni avtomat boshqaruv qurilmasi ko'zda tutilishi kerak.



9.19-rasm. KTP dan tarqaluvchi elektr liniyalarning o'lchami va yo'nalishi:
 1 — yuqori kuchlanishli liniya ajratkichi; 2 — transformator; 3 — past kuchlanishli havo liniyasi.



9.20-rasm. KTP ning bir chiziqli elektr ulanish sxemasi:

- 1 – yuqori kuchlanish (YuK) shina o'tkazgichi; 2 – transformator; 3, 8 va 15 – YuK va PK eruvchan saqlagich; 4 va 7 – YuK va PK ventil razryadlagich; 5 – past kuchlanish (PK) ajratkichi; 6 – tok transformatori; 9 – boshqaruv shiti; 10 – elektr energiyasi hisoblagichi; 11 – qarshilik; 12 – ajratkichi; 13 va 20 – boshqaruv qurilmasi; 14 – nazorat lampasi; 16 – ulanish nuqtasi; 17, 18 va 19 – elektr uzatish liniyalari; 21 – ulanish klemmalari; 22 – foto rele.

Agar loyihalanayotgan suv xo'jaligi korxonalari, aholi turar joylari yaqinidan kuchlanishi 35 yoki 110 kV li liniyalar o'tadigan

bo'lsa ushbu obyektlarni 35/0,4 yoki 110/0,4 kV li transformator podstansiyalaridan ta'minlashni ko'zda tutilgan. Bunday elektr ulanish sxemasi kuchlanishi 110/35/10 yoki 35/10/0,4 podstansiyalarni qo'shimcha qurish xarajatlarini yo'qqa chiqaradi. Bu esa kelgusidaga ekspluatatsiya, ta'mirlash va elektr energiya isroflariga sarflanadigan mablag'larni tejash imkonini beradi.

Agar loyiha obyektlarida kelajakda elektr energiyasi sarfi o'zgarmasa va elektr iste'molchilarning umumiy solishtirma quvvati 10 kVt dan ortmasa, bunday obyektlar uchun bir fazali pasaytiruvchi transformatorlarni loyihalash maqsadga muvofiqdir. Bir fazali kichik quvvatli transformatorlar o'z-o'zidan uch fazali katta quvvatli transformatorlarga nisbatan arzon va qulay hisoblana-di [5, 6].

Nazorat savollari:

1. Odatda tashqi tarmoqlar qanday kuchlanishli bo'ladi?
2. Tashqi tarmoqlarni loyihalashning asosiy shartlari nimalardan iborat?
3. Iqtisodiy samaradorlik qanday aniqlanadi?
4. Tashqi ta'minot manbalarini tanlash nimaga asoslanadi?
5. Qo'sh manbadan ta'minlanishda qanday shartlar qanoatlanirilishi kerak?
6. Elektr tizimning ichki elektr ta'minot sxemalariga qanday tarmoqlar kiradi?
7. Ikki yoki undan ortiq tok kirish qurilmasiga ega bo'lgan sxemalar aksariyat ise'molchilari qaysi toifali obyektlarda qo'llaniladi?
8. «Yaqin manbadan ta'minlash» (YaMT) sxemasi qanday paytda ishlatiladi?
9. Radial tarmoqlardan foydalanish nimasi bilan bilan magistral tarmoqlarga nisbatan qulaylikka ega?
10. Loyiha obyektida transformatorni o'rnatish joyi, quvvati va sonini belgilashda nimalarga e'tibor beriladi?

11. Ikki transformatorli podstansiyalarda quvvati teng bo'lgan transformatorlarni o'rnatishda hisob davridagi umumiy yuklamaga nisbatan har bir transformatorning quvvati necha foizni tashkil etishi shart?

12. Avtomatik kuchlanishni rostlash qurilmasi (AKRQ)ga ega bo'lgan moyli transformatorlarni o'rnatish qanday holatlarda tavsiya etiladi?

13. Podstansiya inshootining tannarxini pasaytirish, elektr ulanish sxemalarini soddalashtirish uchun qanday chora-tadbirlarni joriy etish kerak?

14. Transformator podstansiyasi va punkti o'rnini belgilash uchun yuklama markazini aniqlash shartmi?

15. Machta tipidagi transformator punktlari qay paytda o'rnatiladi?

10. LOYIHALANAYOTGAN OBYEKTЛАRNING QISQA TUTASHUV TOKLARINI HISOBLASH

10.1. Qisqa tutashuv va yerga tutashuv bo'yicha umumiy ma'lumotlar

Elektr tarmoqlarida tanlanadigan uskunalarning xavfsizlik talablariga javob berishi, avariya holatlariga turg'unligi va uzoq muddatli ishlashi, loyihalash paytida qisqa tutashuv toklariga tekshirish hisobining to'g'ri bajarilganligiga bog'liq. Shu sababli har qanday obyektni loyihalash paytida qisqa tutashuvning yuzaga kelishi, elektr tizimidagi salbiy oqibatlar va undan keyingi ko'ngilsiz hodisalar va ko'riladigan zarar ko'lamini aniq tasavvur etish uchun ushbu muammoga jiddiy e'tibor qaratish lozim. Mazkur mavzuni batafsil o'rganish kelajakda ekspluatatsiya paytida yuzaga keluvchi rejasiz buzilishlar, ishdan to'xtashlar va bekor turishlarni bartaraf etish imkonini beradi.

Uch fazali elektr tarmoqlari, neytral nuqtasi izolyatsiyalangan va yerlashtirilgan ko'rinishda qurilgan bo'lishi mumkin. Neytral nuqtaning yerlashtirilishi, tarmoqning ahamiyati va nominal kuchlanishiga qarab belgilanadi.

Kuchlanishi 0,4 (0,38) kV li tarmoqlarning uchta faza simi bilan yonma-yon to'rtinchi neytral nuqtaga ulangan «nol» simi ham tortiladi. Nol simining boshi va oxirgi nuqtasi doimo yerlashtirish konturiga ulanadi. Yerlashtirishning ishonchli bo'lishi va xavfsizlikni oshirish maqsadida elektr tarmog'ining o'rtasidagi nuqtalaridan ham qo'shimcha yerlashtirish tizimiga ulash amaliyotda keng joriy etilgan. Kuchlanishi 0,4 kV li liniyalarni asosan berk yerlashtirish tizimi (глухозаземленный)da ishlaydigan tarmoqlar deb hisoblash mumkin [6,7,14].

Kuchlanishi 6, 10, 35 kV li uch fazali elektr tarmoqlarining neytral nuqtasi yerdan ishonchli muhofazalangan. Ularda faqat uchta faza simi tortiladi. Shu sababli bunday tarmoqlarni uch simlik tarmoqlar ham deyiladi.

Faqat ayrim hollardagina (talabga ko'ra) to'rtinchi sim tortiladi. Bunday holatda neytral nol nuqta juda katta induktiv qarshilik vositasidagina yerga ulanishi mumkin. Buning barobarida ushbu tarmoqlar uchun maxsus izolyatsiyalangan neytral tarmoqlar quriladi.

Kuchlanishi 110 kV va undan yuqori tarmoqlar uchun neytral-nol simli elektr tarmoqlari tortilmasada transformator podstansiyasining neytral nuqtasi yerlashtirish konturiga ishonchli ulanadi. Bunday tarmoqlarni ham ishonchli yerlashtirilgan (глухозаземленный)lar qatoriga kiritiladi.

Elektr tarmoqlari va uskunalarning ishdan chiqishiga olib keluvchi asosiy omillar safiga elektr izolyatsiyaning buzulishi oqibatida kelib chiquvchi qisqa tutashuv (QT)ni kiritish mumkin.

Qisqa tutashuv deb, normal ish holatda ko'zda tutilmagan, fazalararo, faza va neytral-nol simi va faza simlaridan biri yoki hammasining yerga tutashuvi bilan yuzaga keluvchi ulanishlar va buzulishlarga aytiladi.

Neytral nuqtasi yerdan muhofazalangan elektr tarmoqlarining faza simidan birining yerga tutashgan holati qisqa tutashuv deyilmaydi.

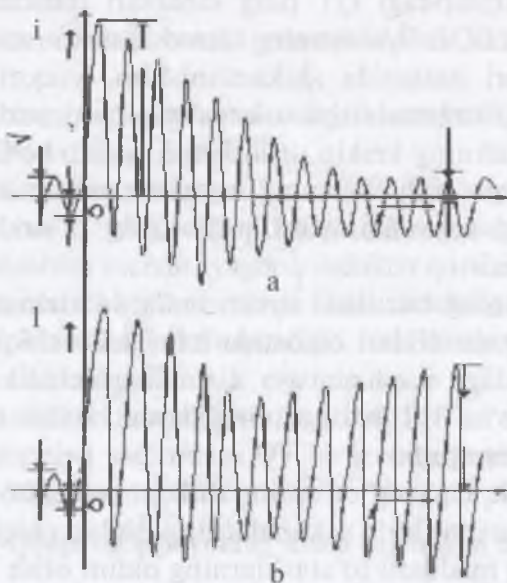
Odatda, qisqa tutashuv toki nominal ko'rsatkichli tokdan (oz fursatda) keskin ravishda bir necha barobar ortib ketish va so'ngra pasayib turg'unlashish xususiyati bilan ajralib turadi.

10.1-a rasmda, avtomatik qo'zg'atish tizimi (AQT)ga ega bo'lmagan elektr tarmoqdagi QT tokining elektr stansiyadan uzoqda bo'lgan «a» nuqtadagi va elektr stansiyaga yaqin bo'lgan generatorli «b» nuqtasidagi ossilogrammasi berilgan.

Liniyadagi QT gacha yuklama toki « I » ga teng bo'lgan deb qabul qilamiz. Tokning lahzali qiymati « i_0 » bo'lgan paytda QT ro'y beradi. Birinchi davrada QT eng yuqori lahzaviy qiymatga « i_z » ga erishadi va u zarb toki deyiladi. Keyingi davralarda QT toki o'zining o'rnatilgan qiymatiga (i_x)cha ravon pasayib boradi.

Agar QT AQB bilan jihozlangan generatorning yaqinida sodir bo'lsa (10.1-b rasm) avtomatik zaxirani ulash (AZU) jarayoni biroz boshqacharoq kechadi.

QT paytida generatordagi kuchlanish pasayadi va biroz fursatdan so'ng, sistemaning kechikishi oqibatida AQB tizimi ishga tushadi. U generatorning kuchlanishini oshiradi va demak, turgunlashgan QT toki « I_{∞} » ham ortadi. QT lar qisqartirgan holda $K^{(3)}$, $K^{(2)}$ va $K^{(1)}$ ko'rinishida belgilanadi.



10.1-rasm. Qisqa tutashuv tokining ossilogrammasi: a – avtomatik qo'zg'atish tizimi (AQT)ga ega bo'lmagan elektr tarmoqdagi QT tokida; b – AZU bilan ta'minlanagan elektr stansiyadagi generator yaqinida bo'lgan nuqtadagi qisqa tutashuvda.

Qisqa tutashuvning eng oddiy ko'rinishini 3 fazali tok tizimida kuzatish mumkin. Bunday QT simmetrikdir, chunki QT nuqtasidagi har uchala fazadagi qarshiliklar o'zaro teng.

Asimmetrik QT larga ikki fazali, ikki fazali simning yerga tutashuvi va bir fazali tizimdagi avariyalarni kiritish mumkin. Bunday QT lar faqat neytrali «nol»ga ulangan tizimlarda kechadi.

Neytral nuqtasi yerga ulangan tizimlarda – 65% ni bir fazali; 20% – ikki fazaning yerga tutashuvi; 10% – ikki fazaning o'zaro va faqat 5% – uch fazali QT lar tashkil etadi.

Neytral nuqtasi izolyatsiyalanagan tizimlarning taxminan $2/3$ qismi, ikki fazalilar va $1/3$ qismi uch fazalilar ulushiga to'g'ri keladi. Ammo, uch fazali QT larni juda sodda talqin etilishini hamda undan juda osonlik bilan asimmetrik QT ga aylanishini e'tiborga olib birinchi navbatda uch fazali QT holati ko'rib chiqiladi.

Elektr tizimlaridagi QT ning sabablari turlicha. Bunga birinchi navbatda izolyatsiyaning atmosfera va atrof-muhitning salbiy ta'sirlari natijasida shikastlanishini, yuqori kuchlanishli tizimlardagi kommutatsiya uskunalarining nosozlik oqibatlaridagi kuchlanishning keskin ortib ketishi sabab bo'lishi mumkin. Shu bilan birga izolyatsiyaning eskirishi, mexanik buzulishlar, kemiruvchilar, hayvonlar yoki qushlarning ta'siridan shikastlanishi mumkin.

Izolyatsiyaning buzulishi ayrim hollarda xizmat ko'rsatuvchi xodimlarning xatoliklari oqibatida ham kelib chiqishi mumkin. Elektr tizimidagi ekspluatatsiya xizmati qanchalik yaxshi tashkil etilgan bo'lsa QT hodisasining paydo bo'lish ehtimoli ham shunchalik kamayadi.

QT ni to'liq bartaraf etishning imkoni yo'q, shu sababli qisqa tutashuv toklari ta'sirida uskunalarining ishdan chiqishi, katta talafotlar, uzoq muddatli to'xtashlarning oldini olish bo'yicha barcha chora-tadbirlarni ko'rish lozim.

QT dagi katta toklar ta'sirida tok o'tkazgichlardagi haroratning keskin ortish izolyatsiya qobig'ini shikastlaydi. Shu bilan birga yuzaga keluvchi elektrodinamik kuchlar elektr uskunalarni ishdan chiqaradi. Kuchlanishning QT ta'sirida ma'lum muddatgacha pasayib ketishi, elektr motorlarning ishdan to'xtashiga olib keladi.

Magistral tarmoqlardagi qisqa tutashuv elektr tizimlardagi turg'unlik holatini buzadi. Bu esa tiklanishi uzoq muddatni talab etuvchi holatdir.

O'z navbatida QT dan ko'riladigan talafotni kamaytirish uchun QT toki miqdorini hisoblab o'rganiladi.

Ayonki QT tokining issiqlik, elektrodinamik ta'siri va kuchlanishning pasayishidan ko'riladigan zarar darajasini bilish uchun

QT yuz bergan nuqtadagi QT tokining maksimal miqdorini bilish talab etiladi.

Qisqa tutashuv tokining miqdorini hisoblash paytida quyidagi holatlar ehtimoliy deb qabul qilinadi:

1. Barcha iste'molchilar tarmoqqa ulangan va nominal yuklamada ishlamoqda;

2. Elektr stansiyadagi barcha generatorlar AQB bilan jihozlangan;

3. Tarmoqning barcha bo'g'inlaridagi hisob kuchlanishi nominal kuchlanishdan 5% ga yuqori;

4. Magnit tizimi to'yinmagan;

5. Transformatorlardagi magnitlanish toki inobatga olinmaydi, ya'ni o'rin almashish sxemasi yagona induktiv qarshilikdan iborat;

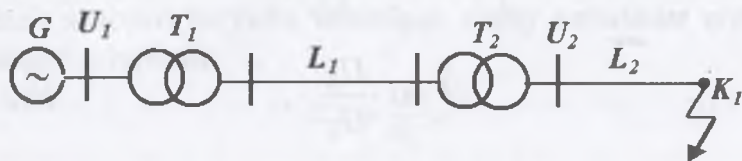
6. Tizimdagi barcha elementlarda faqat induktiv qarshilik e'tiborga olingan. Tizimdagi aktiv qarshilik induktivdan 0,1 barobarga ortgandagina hisobga olinadi;

7. QT nuqtasidagi qarshilik «nol»ga teng;

8. Elektr stansiya yaqinidagi QT bo'lganda generatorning aylanish tezligi o'zgarmay qoladi.

10.2. Qisqa tutashuvning hisob sxemasini tuzish

Elektr tarmog'idagi har qanday sxemadagi QT tokini hisoblash uchun uni 10.2-rasmdagidek sodda ko'rinishga keltiriladi.

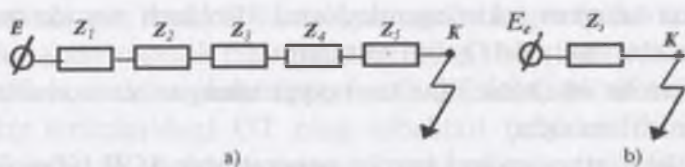


10.2-rasm. Elektr tarmog'idagi qisqa tutashuv tokini hisoblash sxemasi.

U holda QT toki:

$$I_k = \frac{E_e}{\sqrt{3 \cdot z_e}} \text{ ko'rinishida ifodalanadi.}$$

Bu yerda, E_e va z_e — elektr yurituvchi kuch (e.y.u.k.) va ekvivalent qarshilik qiymati.



10.3-rasm. Elektr tarmog'ining qarshiliklardan iborat bo'lgan ekvivalent sxemasi:
a — elementlarning qarshiligi; b — ekvivalent qarshilik.

Sodda sxemalardagi kattaliklar nomlanish birliklarida belgilanadi.

Generator, ikkita transformator va ikkita tarmoqdan iborat bo'lgan tok zanjir uchun QT tokini hisoblaymiz. Zanjir tarkibiga kiruvchi har bir element o'zining qarshiligi « z » ga ega (10.3-rasm).

Sxemadagi ekvivalent qarshilikni topish uchun qarshilikning barcha tashkil etuvchilarini bir xil ko'rinishga keltiriladi va u bazis kuchlanishi deyiladi.

Bazis kuchlanishiga kuchlanishning xohlagan pog'onasidagi (6, 10, 35 va h.k.) qiymatini 1,05 (5%)ga ko'paytirilgan miqdori 6,3; 10,5; 37 va h.k. olinadi.

Keltirilgan qiymatlar quyidagi formuladan topiladi:

$$\overset{0}{E} = E \cdot \frac{U_b}{U_n}, \quad 10.1$$

$$\overset{0}{I} = I \cdot \frac{U_b}{U_n}, \quad 10.2$$

$$\overset{0}{z} = \frac{\overset{0}{E}}{\sqrt{3} \cdot \overset{0}{I}} = \frac{U_b}{U_n} \cdot \frac{U_b}{U_n} \cdot \frac{E}{\sqrt{3} \cdot I} = z \cdot \left(\frac{U_b}{U_n} \right)^2 \quad 10.3$$

Ushbu formuladagi U_n ayni olingan kuchlanish pog'onasini 1,05 ga ko'paytirishdan hosil bo'ladigan qiymati.

Sxemaning ekvivalent keltirilgan qarshiligi (10.3-rasm) quyidagicha topiladi:

$$\begin{matrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ Z = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 \end{matrix}$$

Bir qancha elementlardan tashkil topgan sxemani nomli birlikda hisoblash qiyin va noqulay. Bunday holatda kattaliklarni nisbiy birliklar sistemasiga keltiriladi.

Asosiy bazis birlik sifatida bazis quvvat S_b olinadi. S_b ning qiymati ixtiyoriy olinadi. Odatda har xil pog'onalar uchun nominal kuchlanishning 1,05 ga ko'paytmasi qabul qilinadi. Sunday qilib tizimda qancha bazis kuchlanish bo'lsa shuncha kuchlanish pog'onasi ham bo'ladi.

Bazis quvvat quyidagi formuladan topiladi:

$$S_b = \sqrt{3} \cdot U_b \cdot I_b, \quad 10.4$$

bazis toki:

$$I_b = \frac{S_b}{\sqrt{3} \cdot U_b}, \quad 10.5$$

bazis qarshilik:

$$Z = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I_b} = \frac{U_b^2}{\sqrt{3} \cdot U_b I_b} = \frac{U_b^2}{S_b} \quad 10.6$$

Bazis shartlari bo'yicha keltirilgan nisbiy kattaliklar qiymati quyidagicha topiladi:

$$E_{*(b)} = \frac{E}{E_b}, \quad 10.7$$

$$U_{*(b)} = \frac{U}{U_b}, \quad 10.8$$

$$I_{*(b)} = \frac{I}{I_b}, \quad 10.9$$

$$S_{*(b)} = \frac{S}{S_b} = \frac{\sqrt{3} \cdot U \cdot I}{\sqrt{3} \cdot U_b I_b} = U_{*(b)} \cdot I_{*(b)}, \quad 10.10$$

$$\frac{z_{*(b)}}{z_b} = \frac{z}{U_b} = \frac{S_b}{U_b^2} z = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b}{U_b} \cdot \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I} = \frac{U_{*(b)}}{I_{*(b)}} \quad 10.11$$

Elektr mashinalar va uskunalarning qarshiligi ko'pincha nominal quvvatga bog'liq holda nisbiy birliklarda berilganligi bois uni quyidagi formuladan hisoblanadi:

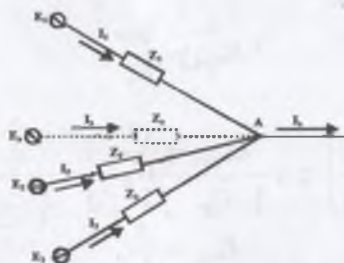
$$z_{*(n)} = \frac{z}{z_n} = \frac{z \sqrt{3} \cdot I_n}{U_n} = z \cdot \frac{S_n}{U_n^2}, \quad 10.12$$

Bu yerdan: $z = z_{*(n)} \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot I_n} = z_{*(n)} \cdot \frac{U_n^2}{S_n}$

u holda bazis quvvatga keltirilgan nisbiy birlikga keltirilgan qarshilik quyidagicha hisoblanadi:

$$z_{*(b)} = \frac{z}{z_b} = z_{*(n)} \cdot \frac{I_b}{I_n} \cdot \frac{U_n}{U_b} = z_{*(n)} \cdot \frac{S_b}{S_n} \cdot \frac{U_n^2}{U_b^2} \quad 10.13$$

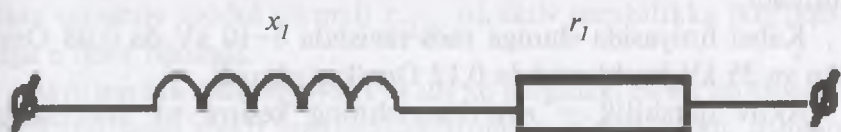
Berilgan elektr sxemani va undagi ma'lumotlarni (10.3-rasm) sodda holatga keltirish uchun «Elektrotexnikaning nazariy asoslari» fanidagi odatiy usullardan foydalanamiz. Ammo, barcha holatlarda ham ta'minot manbai bir xildagi e.yu.k.ga ega, ya'ni, $E_1 = E_2 - E_3$ (10.4-rasm).



10.4-rasm. Ekvivalent elektr yurituvchi kuch (e.yu.k.)ni aniqlash sxemasi.

U holda ekvivalent e.yu.k. $E_e = E_1 = E_2 = E_3$ yana ham umumiy holat uchun $E_1 \neq E_2 \neq E_3$. Buning uchun 10.5-rasm yordamida lahzali ekvivalent elektr yurituvchi kuch E_e topiladi

Qisqa tutashuv zanjirida, generatordan tashqari yana uch xildagi asosiy elementlar: transformator, havo va kabel liniyasi o'tkazgichlari va reaktorlar ulangan. Bunday uskunalarining qarshiligi quyidagi 10.5-rasm yordamida aniqlanadi:



10.5-rasm. Ikki chulg'amli transformatorning o'rin almashish sxemasi.

Ikki chulg'amli transformatorlar 10.5-rasmdagidek sodda o'rin almashish sxemasiga ega va ularda magnitlanish toki inobatga olinmaydi.

Transformator umumiy qarshiligining, nominal quvvatga bog'liqligini nisbiy birliklarda quyidagicha yozish mumkin:

$$Z_{*(n)} = \frac{u_x \%}{100}, \quad 10.14$$

Bu yerda, u_k — transformatorning qisqa tutashuv kuchlanishi, foizlarda.

Transformatoridagi aktiv qarshiligi — r , induktiv qarshilik (x) ga nisbatan juda kichik bo'lganligi uchun yaqinroq natijaga ega bo'lish uchun formulani quyidagi ko'rinishda yozish mumkin:

$$x_{*(n)} \cong Z_{*(n)} \frac{u_x \%}{100}, \quad 10.15$$

Transformatorning qarshiligini nisbiy birliklarda, bazis quvvatga keltirilgan holda quyidagi formula vositasida yozamiz:

$$\tilde{\sigma}_{\kappa(i)} = \tilde{\sigma}_{\kappa(i)} \cdot \frac{S_b}{S_i} \cdot \frac{U_i^2}{U_b^2}, \quad 10.16$$

Bir kilometr uzunlikdagi havo yoki kabel liniyasining induktiv qarshiligi — x_0 , o'tkazgichning ko'ndalang kesimga unchalik bog'liq emas. Shu sababli kuchlanishi 0,38 kV kuchlanishli havo liniyasi uchun 0,35 Om/km, 6–220 kV uchun 0,4 Om/km qabul qilinadi.

Kabel liniyasida shunga mos ravishda 6–10 kV da 0,08 Om/km va 35 kV kuchlanishda 0,12 Om/km olinadi.

Aktiv qarshilik — r o'tkazgichning kesimi va materialiga bog'liq holda olinadi.

10.14-tenglamaga ko'ra havo va kabel liniyasining umumiy qarshiligi nisbiy birliklarda bazis quvvatga keltiriladi va quyidagicha yoziladi:

$$z_{*(b)} = z_0 \cdot l \cdot \frac{S_b}{U_b^2}, \quad 10.17$$

bu yerda, l — o'tkazgichning uzunligi.

Reaktor bu induktivligi o'zgarmas bo'lgan g'altakdan tashkil topib qisqa tutashuv toklarni chegaralash va tarmoq shinalardagi avariya holatida kuchlanishni saqlab turish uchun xizmat qiladigan qurilmadir. Uning aktiv qarshiligi juda past, induktiv qarshiligi esa juda yuqori. Reaktorlar elektr tarmog'i elementlari bilan ketma-ket ulanishda bo'ladi va asosiy vazifa elektr tarmog'idagi qusqa tutashuv tokini so'ndirishdan iborat.

Reaktordagi qarshilik nominal quvvatga va tokka nisbatan odatda nisbiy birlik yoki foizda beriladi.

U holda formula reaktorning bazis ko'rsatkichi uchun quyidagicha yoziladi:

$$x_{*(b)} = x_{*(n)} \cdot \frac{S_b}{S_n} \cdot \frac{U_n^2}{U_b^2} = x_{*(n)} \cdot \frac{I_b}{I_n} \cdot \frac{U_n}{U_b}, \quad 10.18$$

10.3. Loyihalanayotgan yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlarni qisqa tutashuv toklariga tekshirish

Qishloq joyidagi yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlar mahalliy elektr stansiyadan elektr energiyasi bilan ta'minlansa qisqa tutashuvni 7.6-rasmdagi gidroelektrostansiya uchun qurilgan hisob elektr sxemasi vositasida topish mumkin. Hisob paytida liniyadagi o'tkazgichlarning aktiv qarshiligini inobatga olish va zanjirning umumiy modul qiymati $z_{*\Sigma(n)}$ ni aktiv qarshilikka bog'liqligiga e'tibor beriladi.

Ayni paytda qishloq joylari va suv xo'jaligidagi elektr tarmoqlari markazlashgan elektr energetika tizimidan ta'minlanadi. Bunday holatda elektr stansiya generatorlaridan qarshilik, QT nuqtasigacha bo'lgan masofagacha nisbiy birlikda beriladi va aksariyat holatlarda 3 dan katta bo'ladi. Shu sababli hisob egri chiziqlaridan foydalanishga zaruriyat yo'q. Balki, Om qonuniga asosan uni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$I'' = I' = I_{\infty} = I_{\phi} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot z_{\Sigma}}. \quad 10.19$$

Bu yerda, U — elektr tarmog'i ulangan shinadagi kuchlanish.

QT tokini nisbiy birlikda ifodalasak u quyidagicha ko'rinishga ega bo'ladi:

$$I_{*\phi(b)} = \frac{1}{z_{*\Sigma(b)}}. \quad 10.20$$

Enegiya sistemasiga ulangan nuqtadagi tok — $I_{k.s.}$ yoki quvvat — $S_{k.s.}$ ma'lum bo'lsa qisqa tutashuv tokini yanada aniqroq topish mumkin. Bunday holat uchun nomli birliklardagi qarshilik quyidagicha hisoblanadi:

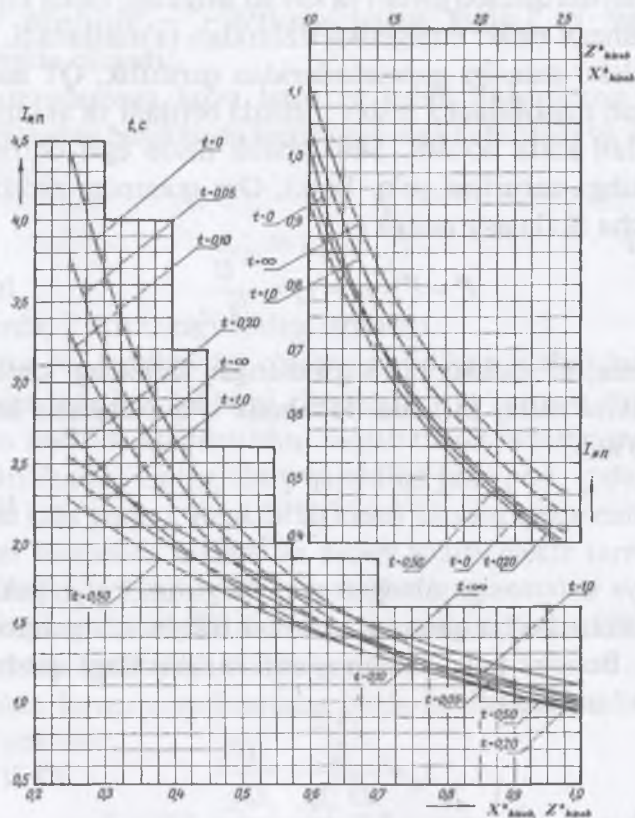
$$x_c = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I_{k.s.}} = \frac{U^2}{S_{k.s.}} \quad 10.21$$

Nisbiy birliklarda esa:

$$X_{s(b)} = \frac{1}{I_{s.k.r.(b)}} = \frac{1}{S_{s.k.s.(b)}} \quad 10.22$$

Sistemaning qarshiligini olishda faqat induktiv qiymat qabul qilinadi, chunki aktiv qarshilik bunga nisbatan juda kichkina. Bunday holat uchun qishloq elektr tarmog'idagi qisqa tutashuv tok quyidagich hisoblanadi:

$$I_{s.k.(b)} = \frac{1}{X_{s(b)} + Z_{\Sigma(b)}} \quad 10.23$$

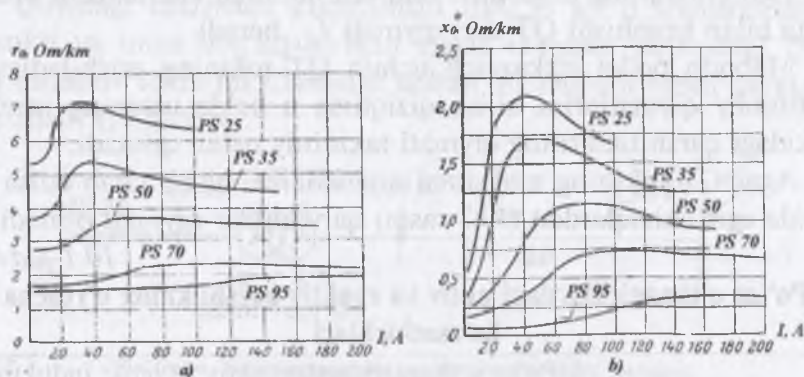


10.6-rasm. Qishloq gidroelektrostansiyalaridagi quvvati 100–500 kVali AZIQ (avtomat zaxirani ishga tushurish qurilmasi bo'lgan) gidrogenerator uchun egri chiziqlar.

Agar energiya sistemaga ulangan nuqtadagi QT toki ma'lum bo'lmasa, u holda elektr tarmoq boshida o'rnatilgan o'chirgichning turini bilib katalogdan tok yoki quvvat turg'unligi qobiliyatiga qarab biroz zaxira bilan QT toki miqdori belgilanadi. Ta'kidlab o'tilganidek energiya sistemaga ulangan tarmoqlardagi QT toki liniyadagi o'tkazuvchanlikning qarshiligiga ko'proq hollarda bog'liq.

Rangli metallardan qurilgan elektr tarmoqlarda kesimga bog'liq holda qarshilikni aniqlab so'ngra umumiy qarshilik moduli qiymatlari topiladi.

Kuchlanishi 1000 V va undan yuqori tarmoqlarda alumin-po'lat yoki po'lat simlar tortilgan. Ayonki po'lat o'tkazgichlarda aktiv va induktiv qarshilik o'tkazgichdan oquvchi tok miqdoriga bog'liq. Bunday bog'liqlikni 10.7-rasmdan o'rganish va tahlil etish mumkin.



10.7-rasm. Ko'p sim tolali po'lat o'tkazgichlardagi o'tuvchi tokka nisbatan qarshilikning o'zgarish grafigi: a — aktiv qarshiligi; b — ichki induktiv qarshiligi ($x_0^{//}$).

Mabodo qishloq elektr tarmog'i po'lat o'tkazgichdan tortilgan oddiy sxemadan tashkil topgan bo'lib kuchlanish o'zgarmas holda $U = const$ tursa u holda QT tokining aniq qiymati quyidagicha topiladi (10.7-rasm).

QT toki qiymatini I_{kl} deb belgilab egri chiziqlardan liniyaning 1 km uchun induktiv $x_{0l}^{//}$ va aktiv r_{0l} qarshilikni olamiz. Liniya-

ning tashqi induktiv qarshiligi kesimga bog'liq bo'lmaganligi bois x_0 ni $x'_0 = 0,4 \text{ Om/km}$ qabul qilamiz.

U holda umumiy aktiv qarshilik: $x_0 = x'_0 + x''_0$ bo'lgan QT toki:

$$I_{k2} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot I \cdot \sqrt{r_{01}^2 + x_{01}^2}} = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot z_{\Sigma 1}} \quad 10.24$$

Bu tok uchun r_{02} va x_{02} ni QT toki $I_{k,t}$ ni topamiz va 10.24-formuladagi ko'rsatkichlar bilan solishtirganda javoblarning bir xilligiga e'tibor beriladi.

Hisob grafik va amaliy usulda ham bajarilishi mumkin. Buning uchun tokni turlicha qiymatlari beriladi va unga z_{Σ} aniqlanadi va $\sqrt{3} \cdot I \cdot z_{\Sigma} = f(I)$ egri chiziqli grafik quriladi (10.7-rasm).

Egri chiziqning unga mos keluvchi nominal kuchlanishi ordinata bilan kesishishi QT toki qiymati $I_{k,t}$ beradi.

Mabodo po'lat o'tkazgich uchun QT tokining erishiladigan ehtimoliy qiymatlarini bilish qiziqтира u holda ularning ishchi tokidagi qarshiliklarning qiymati taxminiy qabul qilinadi.

Agar QT tokining maksimal qiymatlarini bilish talab etilsa u holda egri chiziqlardan (10.7-rasm) qarshiliklar qiymati olinadi.

10.1-jadval

Po'lat o'tkazgichlardagi aktiv va reaktiv qarshilkning o'rtacha ko'rsatkichlari

O'tkazgichning markasi	Po'lat o'tkazgichlardagi aktiv va ichki induktiv qarshilikning o'rtacha qiymatlari, Om/km	
	r_0	x_0''
PS04	13,0	5,6
PS05	11,0	5,6
J6	9,0	4,6
PS25	6,2	1,4
PS35	4,5	1,2
PS50	3,4	0,8
PS70	2,1	0,5
PS95	1,7	0,2

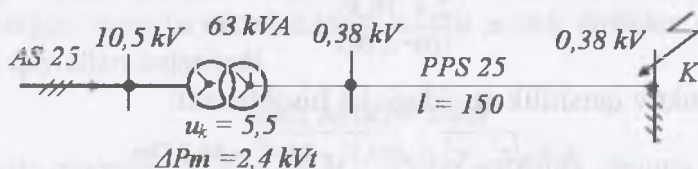
Po'lat o'tkazgichlarda qarshilik umumiy qarshilikning aksariyat qismini tashkil etsa 10.1-jadvaldagi qiymatlarning o'rtachasini olish tavsiya etiladi.

Yuqorida qayd etilgan ichki induktiv qarshilik x'_0 ga tashqi induktiv qarshilik $x'_0 = 0,4 \text{ Om/km}$ olish to'g'ri javobga erishish imkonini beradi (10.1-jadval).

Past kuchlanishli elektr tarmog'ini qisqa tutashuv toklariga tekshirish hisobi

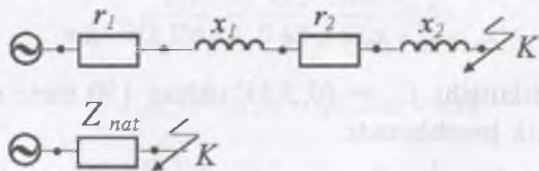
1-masala. Elektr tizimi va nasos stansiyalaridagi elektr ta'minot manbai bo'lgan quvvati 40 va 63 kVA li transformator punktlari va kuchlanishi 10 va 0,38 kV li havo liniyalarida avariya hodisalari yuzaga kelishi mumkin shu sababdan ushbu tizimni qisqa tutashuv toklariga tekshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Quyidagi chizmada kuchlanishi 10/0,38 kV li transformator punkti va unga bog'liq bo'lgan elektr ta'minot tizimidagi qisqa tutashuv toklarini hisoblash uchun bir chiziqli elektr sxemasi chiziladi (10.8-rasm).



10.8-rasm. Nasos stansiyasining bir chiziqli elektr sxemasi.

Hisoblashda qulaylik bo'lishi uchun bir chiziqli elektr sxema o'rin almashish-ekvivalent sxemaga keltiriladi.



10.9-rasm. O'rin almashish ekvivalent sxema.

Hisob paytida transformator elementlaridagi qarshilik inobatga olinmaydi va transformator elektronasos qurilmasi yonida joylashganligi sababli qisqa tutashuv jarayoni yuz berish davri davomida kuchlanish o'zgarmas qoladi deb hisoblanadi.

Transformatorning va liniyaning aktiv va induktiv qarshilik miqdorini e'tiborga olish talab etiladi. Hisobni *nisbiy birliklar* va *nomli birliklarda* olib borish talab etiladi.

Nisbiy birliklar usuli

10.9-rasmdan foydalanib nomli birliklar usulida hisob olib boriladi. Bazis kuchlanishi 10 kV tomoni uchun bazis kuchlanishi $U_b = 10,5 \text{ kV}$ olib, *nomli birliklar* usulida hisob bajariladi.

Transformatorning to'la qarshiligi quyidagicha hisoblanadi:

$$z_1 = \frac{u_k \%}{100} \cdot \frac{S_n^2}{S_n} = \frac{5,5}{100} \cdot \frac{10,5^2}{0,063} = 60,5 \text{ Om}$$

Qisqa tutashuvdagi isrof miqdori $\Delta R_m = 2,4 \text{ kVt}$. Shunga ko'ra transformatorning aktiv quvvati hisoblanadi:

$$z_1 = \frac{2,4}{100} \cdot \frac{10,5^2}{0,063} = 26,4 \text{ Om}$$

Induktiv qarshilik quyidagicha hisoblanadi:

$$x_1 = \sqrt{z_1^2 - r_1^2} = \sqrt{60,5^2 - 26,4^2} = 54,3 \text{ Om}$$

PPS25 o'tkazgichi uchun qarshiliklarning o'rtacha qiymati qabul qilinadi:

$$t = 6,2 \text{ Om/km } x'_0 = 1,4 \text{ Om/km } x'_0 = 0,3 \text{ Om/km}$$

Umumiy induktiv qarshilik quyidagicha topiladi:

$$x_0 = x'_0 + x''_0 = 1,4 + 0,3 = 1,7 \text{ Om / km}$$

Bazis kuchlanishi $U_b = 10,5 \text{ kV}$ uchun 150 metr uzunlikdagi liniya qarshilik hisoblanadi:

$$r_0 = r_0 \cdot l \cdot \frac{U_b^2}{U_{o'm}^2} = 6,2 \cdot 0,5 \left(\frac{10,5}{0,4} \right)^2 = 2130 \text{ Om}$$

$$x_2 = 1,7 \cdot 0,5 \left(\frac{10,5}{0,4} \right)^2 = 584 \text{ Om}$$

Natijaviy to'la qarshilik quyidagicha topiladi:

$$z_{nat} = \sqrt{(r_1 + r_2)^2 + (x_1 + x_2)^2} = \sqrt{(26,4 + 2130)^2 + (54,3 + 584)^2} = 2244 \text{ Om}$$

Bazis kuchlanish sifatida qabul qilingan liniyadagi 3 fazali tokni, ya'ni transformatoridan o'tuvchi qisqa tutashuv toki ($I_{kl}^{(3)}$) aniqlanadi:

$$I_{kl}^{(3)} = \frac{U_b}{\sqrt{3} \cdot z_{nat}} = \frac{10500}{1,73 \cdot 2244} = 2,7 \text{ A}$$

«K» hisob nuqtasidagi qisqa tutashuv toki topiladi:

$$I_{kl}^{(3)} = I_{kl}^3 \frac{U_b}{U_{o'rt}} = 2,7 \cdot \frac{10,5}{0,4} = 70 \text{ A}$$

$U_b = 0,4 \text{ kV}$ olinganda ham natija xuddi sunday bo'ladi.

Olingan natijalarni tekshirish uchun *nomli birliklar* usulida hisob qaytadan bajariladi.

Nomli birliklar usuli

Bazis quvvatni $S_b = 0,63 \text{ MV} \cdot \text{A}$ olib qarshilik shunga asosan hisoblanadi:

$$r_1 = \frac{\Delta P_m}{S_n} \cdot \frac{S_b}{S_n} = \frac{2,4}{63} \cdot \frac{1000}{63} = 0,24$$

$$z_1 = \frac{u_k \%}{100} \cdot \frac{S_b}{S_n} = \frac{5,5}{63} \cdot \frac{1000}{63} = 0,55$$

$$x_1 = \sqrt{0,55^2 - 0,24^2} = \sqrt{0,2942} = 0,54$$

$$r_1 = r_0 \cdot I \cdot \frac{S_b}{U_{o'rt}^2} = 6,2 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{0,4^2} = 3,1 \cdot \frac{1}{0,16} = 19,4$$

$$x_1 = 1,7 \cdot 0,5 \cdot \frac{1}{0,4^2} = 0,85 \cdot \frac{1}{0,16} = 5,3$$

$$z_{\text{nar}} = \sqrt{(0,24 + 0,19)^2 + (0,54 + 5,3)^2} = 20,4$$

$$I_b = \frac{1000}{1,73 \cdot 0,4} = \frac{1000}{0,692} = 1440 \text{ A}$$

$$\frac{I_b}{z_{\text{nar}}} = I_k^{(3)} = \frac{1440}{20,4} = 70 \text{ A}$$

Natijadan ko'rinib turibdiki qisqa tutashuv toki juda kichkina qiymatda chiqdi va u hatto transformatorning nominal tokidan ham past:

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{63}{1,73 \cdot 0,4} = 144 \text{ A}$$

Qisqa tutashuv tokining bunday past qiymatda chiqishi po'lat aluminiy elektr o'tkazgichning katta qarshilikka egaligi sabablidir.

«K» nuqtadagi bir fazali tarmoq uchun qisqa tutashuv toki hisoblanadi:

$$I_k^{(3)} = \frac{U_f}{\frac{z_{\pi}}{3} + z_n}$$

Bu yerda: z_{TT} — tok transformatorining qobiq bilan to'la qisqa tutashuv qarshiligi;

Moyli transformatorlar uchun $z_{TT} = 1,07 \text{ Om}$ ga teng.

Z_p — faza va nol elektr o'tkazgich simlarning (PS25) to'la kontakt qarshiligi bo'lib u quyidagi formuladan topiladi:

$$z_p = l \cdot \sqrt{(r_{0f} + r_{0n})^2 + (x_{0f}'' + x_{0n}'' + 2x_0'')^2} = 0,5 \cdot \sqrt{(6,2 + 6,2)^2 + (1,4 + 1,4 + 2 \cdot 0,3)^2} = 6,45 \text{ Om}$$

$$I_k^{(3)} = \frac{230}{\frac{1,07}{3} + 6,45} = 34 \text{ A}$$

Agar qisqa tutashuv toki avtomatik boshqaruv va rele himoya vositalaridagi sezgirlikni ta'minlay olmasa, elektr o'tkazgich simini mis yoki aluminiy materialidan yasalgan o'tkazgichiga almashtirish mumkin.

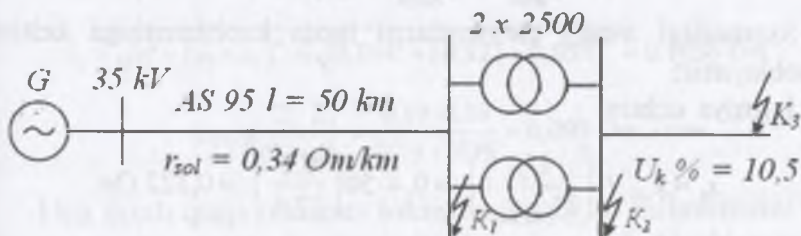
Yuqori kuchlanishli elektr sistemalarni qisqa tutashuv toklariga tekshirish hisobi

2-masala. Kuchlanishi 35/10 kV podstansiyasida quvvati 2500 kVA bo'lgan ikkita TM 2500 moy transformatori o'rnatilgan. Podstansiya va elektr tarmog'i haqidagi ma'lumotlar 10.10-rasm-da berilgan.

Podstansiyaning 35 kV qismida, 10 kV li shinalarda, podstansiyaning 10 kV kuchlanishli uzatish qismida qisqa tutashuv yuzaga kelishi mumkinligini e'tiborga olib uni hisoblang.

Yechilishi:

Buning uchun podstansiyaning bir chiziqli elektr sxemasini chizamiz va qisqa tutashuv yuzaga kelishi mumkin bo'lgan nuqtalarni K_1 , K_2 va K_3 bilan belgilaymiz. Kuchlanishi 35 kV tomondagi bazis kuchlanish $U_b = 37$ kV ga teng. Kuchlanishi 10 kV tomoni uchun «birinchi» fiderini hisoblaymiz. Liniyaning uzunligi AS 25 o'tkazgichli simni olamiz.



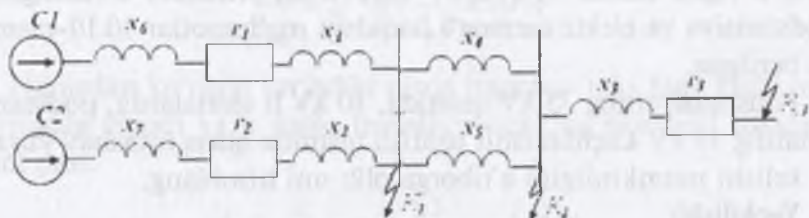
10.10-rasm. Podstansiyaning bir chiziqli elektr sxemasi.

Kuchlanishi 35 kV li havo liniyasi qo'sh tarmoq ko'rinishida AS 95 simidan tortilgan bo'lib uzunligi 50 km ni tashkil etadi. AS 95 simining induktiv qarshiligi $x_{sol} = 0,4$ Om/km; aktiv qarshiligi $r_{sol} = 0,34$ Om/km ga teng.

Kuchlanishi 10 kV li havo liniyasi $AS\ 16$ simdan qurilgan bo'lib uzunligi 8 km . Liniyaning induktiv qarshiligi $x_{sol} = 0,4\text{ Om/km}$; aktiv qarshiligi $r_{sol} = 0,92\text{ Om/km}$ ga teng.

Transformator (T_1 va T_2)ning quvvati $S_{nom} = 2 \times 2500\text{ kVA}$ ($2 \times 2,5\text{ mVA}$) dan $u_k = 10,5\%$. Podstansiyaning ta'minlovchi sistema $37,5\text{ kV}$ kuchlanishga ega bo'lib quvvati 800 mVA ga teng. Sistemadagi qisqa tutashuv toki $I_k^{(3)} = 3,5\text{ kA}$.

Elektr tizimining o'rin almashish sxemasini chizamiz (10.11-rasm).



10.11-rasm. Podstansiya va elektr sistemasining bir chiziqli ekvivalent sxemasi.

Hisobni «Nomli birliklar usuli»da olib boramiz.

Kuchlanishning asosiy pog'onasini bazis kuchlanishga tenglashtirib olamiz:

$$U_{asos} = U_{bazis} = 10,5\text{ kV}.$$

Sxemadagi asosiy elementlarni bazis kuchlanishiga keltirib hisoblaymiz:

1-liniya uchun:

$$x_1 = x_{sol} \cdot l \cdot \left(\frac{U_d}{U_{o'rn,nom}} \right)^2 = 0,4 \cdot 50 \left(\frac{0,5}{37,5} \right)^2 = 0,122\text{ Om}$$

$$r_1 = r_{sol} \cdot l \cdot \left(\frac{U_d}{U_{o'rn,nom}} \right)^2 = 0,34 \cdot 50 \left(\frac{10,5}{37,5} \right)^2 = 0,104\text{ Om}$$

2-liniyani hisoblashda, sim kesimi, materiali va masofasi bir xilligi uchun 1-liniyadagi ma'lumotlarni olamiz:

$$x_1 = x_2 = 0,122,$$

$$r_1 = r_2 = 0,104 \text{ Om}$$

3-liniyada:

$$x_2 = x_{sol} \cdot l = 0,4 \cdot 8 = 3,2 \text{ Om}$$

$$r_3 = r_{sol} \cdot l = 0,92 \cdot 8 = 7,36 \text{ Om}$$

Transformator T_1 va T_2 ning qarshiligini topamiz:

$$x_4 = x_5 = \frac{U_k \%}{100} \cdot \frac{U_b^2}{S_n} = \frac{10,5}{100} \cdot \frac{10,5^2}{2,5} = 4,63 \text{ Om}$$

Sistema S_1 va S_2 ning qarshiligini topamiz:

$$x_6 = \frac{U_b^2}{S_1} = \frac{10,5^2}{800} = 0,138 \text{ Om}$$

Sistema S_2 ning qarshiligini topamiz:

$$x_7 = \frac{U_b}{\sqrt{3} \cdot I_k^{(3)}} \cdot \left(\frac{U_b^2}{U_{o'rt.n}} \right) = \frac{37,5}{\sqrt{3} \cdot 3,5} \cdot \left(\frac{10,5}{37,5} \right)^2 = 0,038 \text{ Om}$$

K_2 nuqtasidagi qisqa tutashuv toklarini hisoblaymiz, buning uchun K_1 nuqtasigacha bo'lgan natijaviy qarshilikni topamiz:

$$z_7 = \sqrt{r_1^2 + (x_1 + x_6)^2} = \sqrt{0,104^2 + (0,122 + 0,038)^2} = 0,19 \text{ Om}$$

$$z_2 = \sqrt{r_2^2 + (x_1 + x_7)^2} = \sqrt{0,104^2 + (0,122 + 0,038)^2} = 0,1036 \text{ Om}$$

$$z_{\Sigma 1} = \frac{Z_1 \cdot Z_2}{Z_1 + Z_2} = \frac{0,19 \cdot 0,19}{0,19 + 0,19} = 0,095 \text{ Om}$$

Uch fazali qisqa tutashuv tokining davriy qo'shiluvchisini sistemaning shinalarida kuchlanish o'zgarmas deb hisoblab quyidagicha hisoblaymiz:

$$I_k^{(3)} = \frac{U_b}{\sqrt{3} \cdot z_{\Sigma 1}} = \frac{10,5}{1,73 \cdot 0,095} = 65,625 \text{ kA}$$

37,5 kV kuchlanishi bo'lgan joydagi qisqa tutashuv yuzaga kelgan joydagi tokni hisoblaymiz:

$$I_k^{(3)} = I_k^{(3)} \cdot \frac{U_b}{U_{o'ymk}} = 65,625 \cdot \frac{10,5}{37,5} = 18,375 \text{ kA}$$

Zarb koefitsientini $k_y = f(x/r)$ egri chiziqlari asosida qurilgan 15-ilovadan topamiz. Buning uchun qisqa tutashuv yuz bergan nuqttagacha bo'lgan masofadagi natijaviy aktiv va reaktiv qarshilikni topamiz:

$$r_{\Sigma 1} = \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2} = \frac{0,104 \cdot 0,104}{0,104 + 0,104} = 0,05 \text{ kA}$$

$$x_{\Sigma 1} = \frac{(x_1 + x_6) \cdot (x_2 + x_7)}{x_1 + x_2 + x_6 + x_7} = \frac{(0,122 + 0,138) \cdot (0,122 + 0,038)}{0,122 + 0,122 + 0,138 + 0,038} = 0,099 \text{ Om}$$

Induktiv qarshilikning aktiv qarshilikka nisbati:

$$\frac{x_{\Sigma 1}}{r_{\Sigma 1}} = \frac{0,099}{0,05} = 1,98 \text{ uchun } 10.12\text{-rasmdan } kz = 1,2 \text{ ni topamiz,}$$

u holda 37,5 kV uchun zarb koefitsienti 1,2 dagi zarb tokining qiymatini hisoblaymiz:

$$i_3 = \sqrt{2} \cdot k_y \cdot I_k^{(3)} = 1,41 \cdot 1,22 \cdot 18,375 = 31,6 \text{ kA}$$

K_2 nuqtasidagi qisqa tutashuv tokini hisoblaymiz. Buning uchun K_2 nuqtasigacha bo'lgan natijaviy qarshilikni topamiz:

$$Z_{\Sigma 2} = Z_{\Sigma 1} + \frac{x_4 \cdot x_5}{x_4 + x_5} = 0,095 \cdot \frac{4,63 \cdot 4,63}{4,63 + 4,63} = 2,31 \text{ Om}$$

Uch fazali qisqa tutashuv tokining davriy qo'shiluvchisini hisoblaymiz:

$$I_k^{(3)} = \frac{U_b}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma 2}} = \frac{10,5}{1,73 \cdot 2,31} = 2,63$$

$$\frac{x_{\Sigma 2}}{r_{\Sigma 2}} \cdot \frac{x_{\Sigma 1} + x_4 / 2}{r_{\Sigma 1}} = \frac{0,099 + 4,63 / 2}{0,05} = \frac{2,414}{0,05} = 48,28$$

bo'lgandagi 10.12-rasmdagi ma'lumotga asosan zarb koefitsienti $k_z = 1,93$ ga teng.

U holda zarb toki quyidagicha topiladi:

$$i_z = \sqrt{2} \cdot k_z^{(3)} \cdot I_k = 1,41 \cdot 1,93 \cdot 2,63 = 7,16 \text{ kA}$$

K_3 nuqtasidagi qisqa tutashuv tokini qiymatini hamda K_3 nuqtasigacha bo'lgan masofadagi natijaviy qarshilikni topamiz:

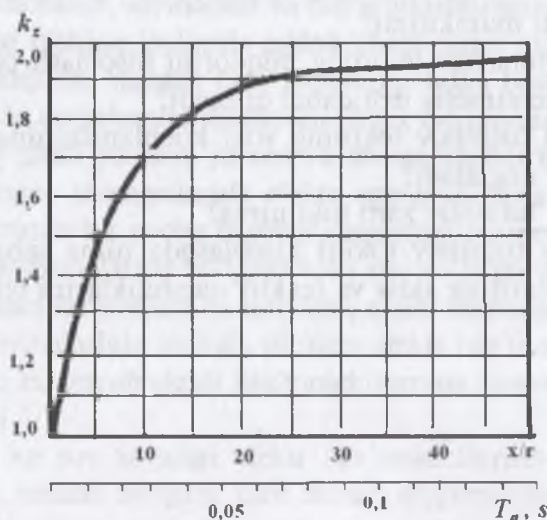
$$Z_{\Sigma 3} = Z_{\Sigma 2} + Z_{L2} = Z_{\Sigma 2} + \sqrt{(r_3)^2 + (x_3)^2} = 2,31 + \sqrt{7,36^2 + 3,2^2} = 10,3 \text{ Om}$$

Qisqa tutashuvning davriy qo'shiluvchisini hisoblaymiz:

$$I_k^{(3)} = \frac{U_b}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma 3}} = \frac{10,5}{1,73 \cdot 10,3} = 0,59 \text{ kA}$$

Zarb tokini hisoblaymiz:
buning uchun:

$$\frac{x_{\Sigma 3}}{r_{\Sigma 3}} = \frac{x_{\Sigma 2} + x_3}{r_{\Sigma 2} + r_3} = \frac{2,414 + 3,2}{0,05 + 7,36} = \frac{5,614}{7,41} = 0,76$$



10.12-rasm. Zarb koeffitsientining vaqt va qarshilikka bog'liqlik garfigi.

10.12-rasmdan zarb koeffitsientini $k_z = 1$ deb olamiz:

$$i_z = \sqrt{2} \cdot k_z \cdot I_k^{(3)} = 1,41 \cdot 1,0 \cdot 0,59 = 0,83$$

Nazorat savollari:

1. Qisqa tutashuv deb qanday holatga aytiladi?
2. Elektr tarmoqlarini qisqa tutashuv toklariga tekshirish hisobini bajarishdan maqsad nima?
3. Elektr tarmoqlarida qanday qisqa tutashuvlar yuz berishi mumkin?
4. Bir, ikki, uch fazali qisqa tutashuvlar bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?
5. Umumiy avariyalarga nisbatan bir va uch fazali qisqa tutashuvlarning ulushi qancha?
6. Qisqa tutashuvlarning hisob sxemasi nima maqsadda tuziladi?
7. Qisqa tutashuvlarning ekvivalent sxemasi nima uchun kerak?
8. Neytral nuqtasi yerdan muhofazalangan elektr tarmoqlarining faza simidan birining yerga tutashgan holatiga qisqa tutashuv deyish mumkinmi?
9. Qisqa tutashuv tokining miqdorini hisoblash paytida qanday holatlar ehtimoliy deb qabul qilinadi?
10. Qisqa tutashuv tokining yoki kuchlanishining bazis qiymati nimani anglatadi?
11. Qisqa tutashuv zarb toki nima?
12. Qisqa tutashuv tokini hisoblashda nima sababdan elektr o'tkazgichlarning aktiv va reaktiv qarshiliklarini bilish kerak?

11. LOYIHALANAYOTGAN ELEKTR TIZIMLARDAGI ENERGIYA SARFI VA RUXSAT ETILGAN ISROF MIQDORI

11.1. Suv xo'jaligi obyektlari va qishloqlardagi energiya sarfi

Suv xo'jaligi obyektlari va aholi turar joylaridagi elektr sistemalarni loyihalashda elektr iste'molchi obyektlarning yuklamasi, ishlash muddati, ish tartibi, toifasi, maksimal yuklamadan foydalanish muddati, maksimal yuklamada ishlash vaqti, quvvatning turi (aktiv, reaktiv) kabi bir qancha savollarga javob topish talab etiladi. Ayniqsa, mavjud ishlab chiqarish binolari va obyektlarida yoki yangi qurilayotgan bino va inshootlarda, qayta jihozlash, yangi texnika va texnologiyalarni joriy etish talab etilayotgan davrda ushbu muammo yanada dolzarblik kasb etadi.

Hozirgi yerkin bozor munosabatlari shakllangan bir paytda qishloq joylarida yangidan-yangi fermer xo'jaliklari kichik korxonalar va ishlab chiqarish obyektlari tashkil etilgan. Ushbu ishlab chiqarish obyektlarining aksariyat jihozlari elektr energiyasi bilan harakatga keltirilganligi bois, elektr sistemalarni qaytadan hisoblash, loyihalash va takomillashtirishni talab etadi. Ushbu holat qishloq joylarida ishlab chiqarilgan mahsulotni saralash, qadoqlash, saqlash kabi jarayonlar bilan bog'liq bo'lib, u o'z navbatida qo'shimcha miqdorda elektr energiyasini talab etadi. Qishloq aholi yashash joylari va avtomatlashtirilgan tizimda ishlovchi nasos stansiyalarida elektr energiyasining sarfi o'tgan yillarga nisbatan bir necha barobar ortganligi bunga dalildir.

Sanoat korxonalarida bo'lgani kabi suv xo'jaligi sohasida ham elektr ta'minot tarmoqlari va liniyalar, elektr stansiya va podstansiyalarini loyihalashda alohida olingan elektr iste'molchi uskunalarning yoki bir guruh elektr iste'molchilarning quvvatlarini bilish talab etiladi.

Qishloq va suv xo'jaligi elektr iste'molchilarining yuklamalari boshqa sohada bo'lgani kabi doimo o'zguruvchandir. Ayrim iste'molchilar elektr tizimiga qo'shilsa, boshqalari ushbu tizim-

dan ajraladi. Elektr iste'molchilar quvvati ham o'zgaruvchandir. Texnologik jarayon talablari asosida masalan, elektr motorlarda elektr yuritma mexanizmidagi yuklanganlik ortishi bilan motorning quvvati ham o'zgaradi.

Ammo shuni unutmaslik lozimki, qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishining integratsiyalashuvi, elektrlanish, avtomatlanish va kompyuterlar yordamidagi markaziy boshqarilish hisobiga elektr iste'mol darajasi yil sayin ortib boradi. Qishloq aholisining soni ham ko'paymoqda. Ta'kidlash joizki, ushbu o'zgarishlar qishloq xo'jaligi sohasida iste'mol qilinadigan elektr energiyasi miqdorini yanada aniqroq o'rganishni talab etadi va u juda murakkab vazifadir. Ushbu muammolar belgilangan ko'lam doirasida o'rganilib, birinchi navbatda yuklamalarni hisoblashga qaratilgan, ya'ni iste'molchi obyektning kirish qismidagi to'la quvvatning miqdoriga yoki «hisob davrida»gi iste'mol qilinadigan maksimal quvvat miqdorining 0,5 soatiga qarab belgilanadi. Odatda kunduzgi (S_{kun}) va kechki (S_{kech}) maksimal quvvat qiymati tushunchasi mavjud.

Hisob davri deb, Sunday vaqt oralig'iga aytiladiki, bunda elektr uskunaning ishga tushurilish vaqtidan boshlab uning ekspluatatsiya paytidagi to'la quvvatining hisob quvvatiga tenglashishiga aytiladi. Qishloq xo'jaligi sohasida ushbu vaqt o'rtacha 5 yilga teng deb, qabul qilingan. Agrosanoat majmui obyektlarida quvvat koeffitsientini ham yuklamani hisoblash paytida inobatga olish lozimdir.

Elektr sistemalarni loyihalashda yuklamani aniq hisoblash uchun ishlab turgan korxona, obyekt yoki iste'molchilar guruhining sutka, oy, fasl, yil yuklamalarini bilish muhim. Qishloq joylaridagi elektr tarmoqlaridan ta'minlanuvchi barcha elektr iste'molchilar bir yoki bir necha oy, maksimal sonda yoki qisman ishlashini misol keltirish mumkin. Bunga sug'orish tizimidagi: mavsumiy ish rejimida ishlovchi yirik, o'rta, kichik nasos stansiyalari, yer osti suvidan sug'orish, yerlarning zaxini qochirish, sho'r yuvish, tomchilatib sug'orish nasoslari va nasos stansiyalari; paxtani qabul qilish korxonalaridagi: paxtani saralash, ko'tarish, quritish, chigitdan tozalash, ortish va tushurish elektr qurilma-

larini; elektr energiyasi yordamida isitish tizimiga ega bo'lgan is-siqxona kabilarni kiritish mumkin.

11.2. Suv xo'jaligi obyektlari va qishloqlarni loyihalash uchun yuklamani hisoblashi

Suv xo'jaligi ishoolari qishloq joylarida joylashgan va aksariyat hollarda u yerdagi aholini va infrastrukturani suv bilan ta'min-lash uchun xizmat qilishga qaratilgan. Suvni tejash, suvga bo'lgan ehtiyojni to'la qondirish maqsadida nasos stansiyalari va yer osti-ga cho'ktirilgan yer osti suv nasoslari aholi turar joylari hududiga joylashtiriladi. Aholi turar joylari va nasos stansiyalarining quv-vati solishtirilganda ko'pchilik hollarda umumiy aholi ehtiyojiga nisbatan nasos stansiyalaridagi yuklama kattaroq ulushni tash-kil etadi va u aholi foylanayotgan transformator punktidan elektr energiyasi bilan ta'minlanadi. Shu sababli suv xo'jaligi obyektla-rini loyihalashda suvga ehtiyojmand bo'lgan aholi turar joylari va ishlab chiqarish obyektlari ham nazarda tutiladi.

Loyihalanayotgan suv xo'jaligi obyektlari va qishloq turar joylaridagi yuklamalarni hisoblash

1-masala. Suv xo'jaligi obyekti va qishloq joylaridagi elektr iste'molchilar kuchlanishi 10/0,4 kV li transformator podstansi-yasining 0,4 kV li elektr tarmog'iga 11.2-rasmda ko'rsatilgan tar-tibda ulangan. Iste'molchilarning kunduzgi va tungi yuklama-lari har bir obyekt ostida R_{kun}/R_{tun} ko'rinishida berilgan [1,2,3 va 6]. Elektronasos qurilmasining yuklamasi elektr dvigatel quvva-tiga teng deb olingan. Hisoblash uchun ma'lumotlar 11.1-jadvalda berilgan. Elektr tarmog'ining loyiha hisobini bajaring.

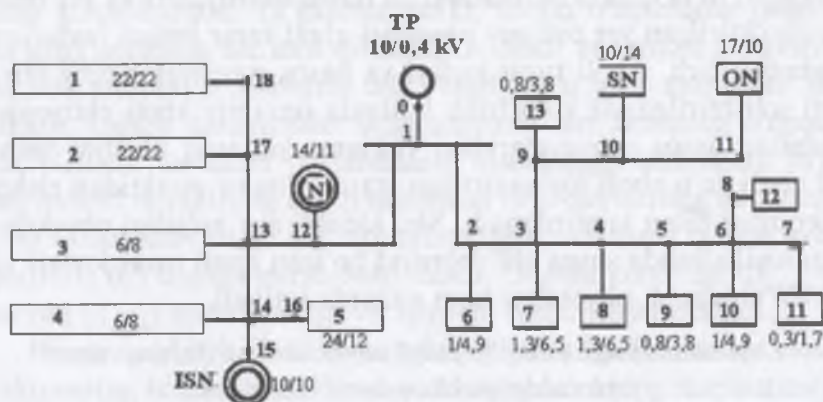
Yechilishi:

Tadqiqot natijalariga ko'ra yirik sug'orish nasos stansiyasining o'rnatilgan quvvati $R_o = 56 \text{ kVA}$.

Hisob paytida o'rtacha quvvatdagi payvandlash ustaxonasi-ning yuklamasini quyidagicha deb belgilaymiz: payvandlash sexi-

dagi maksimal ishlovchi uskunalarning yuklamasi $R_o = 47 \text{ kVA}$ deb, payvandlash sexining kunduzgi yuklamasi $S_{kun} = 20 \text{ kVA}$, $S_{tun} = 10 \text{ kVA}$ olamiz. U holda mutanosiblik koeffitsienti bo'yicha: $56 / 47 = 1,2$ ni topamiz va shunga ko'ra $S_{kun} = 20 \cdot 1,2 = 24 \text{ kVA}$, $S_{tun} = 10 \cdot 1,2 = 12 \text{ kVA}$.

Agar iste'molchining yuklamasi to'la quvvatda berilgan bo'lsa uni quvvat koeffitsienti yordamida aktiv quvvatga yoki tokka aylantirish mumkin.



11.1-rasm. Iste'molchilarning 0,4 kV kuchlanish tarmog'iga ulanish sxemasi.

4 6/8	— obyektning nomeri, kunduzgi/tungi yuklamasi, kV·A.
-------	--

Energiya nazorati ma'lumotlariga ko'ri aholi yashash punktlari, qishloqlar va turar joylar, eng kam energiya iste'mol qiluvchi 1 xonali uy uchun ($500 \text{ kVt}\cdot\text{s/uy}$) qabul qilingan. Ushbu ma'lumot o'tgan yil hisobi bo'yicha bir yilda iste'mol qilingan energiya miqdoriga tengdir.

Yoki o'rtacha olingan hisob-kitoblarga ko'ra gazlashtirilgan, bir xonadan iborat xonadonlar uchun yillik elektr energiya iste'moli $500\text{--}700 \text{ kVt}\cdot\text{s/uy}$ qabul qilingan. [1,2,4,5]. Ya'ni, kunduzgi o'rtacha yuklama $500 \text{ kVt}\cdot\text{s/uy}$, kechqurungi/tungi yuklama esa $700 \text{ kVt}\cdot\text{s/uy}$.

uy yoki $R_{kun} = 500 \text{ Vt's} = 0,5 \text{ kVt's}$; $R_{kech(tun)} = 700 \text{ Vt's} = 0,7 \text{ kVt's}$ ni tashkil etadi. Ikki va undan ortiq xonadan iborat gazlashtirilgan xonadonlar uchun $R_{kun} = 1000 \text{ Vt's}$; $R_{tun} = 1500 \text{ Vt's}$; 4–5 xonali to'la jihozlangan hovli uchun $R_{kun} = 2000 \text{ Vt's}$; $R_{tun} = 2500 \text{ Vt's}$.

Xuddi Sunday elektr plitasi bilan $R_{kun} = 2500 \text{ Vt's}$, $R_{tun} = 4000 \text{ Vt's}$ qabul qilingan. Loyihalanayotgan obyektlarning yuklamasi esa kelgusi yil uchun olinishi kerak. Buning uchun 7 yillik kelajak o'sishini inobatga olib elektr energiyaning miqdorini nomogrammadan foydalanib topish talab etiladi.

11.1-jadval

Elektr iste'molchi obyektning tartib raqami va yuklamasi

Tartib raqami	Obyekt		Yuklamasi	
	Nomi	soni	S_{kun} , kVA	S_{tun} , kVA
1	Payvandlash sexi	1	22,0	22,0
2	Oshxona 50 o'rinli	1	22,0	22,0
3	Bolalar bog'chasi	1	6,0	8,0
4	Magazin	1	6,0	8,0
5	Suv tozalash inshooti	1	24,0	12,0
6	7 xonali uy	1	1,0	4,9
7	10 xonali uy	1	1,3	6,5
8	10 xonali uy	1	1,3	6,5
9	5 xonali uy	1	0,8	3,8
10	7 xonali uy	1	1,0	4,9
11	2 xonali uy	1	0,3	1,7
12	5 xonali uy	1	0,8	3,8
13	5 xonali uy	1	0,8	3,8
N	Texnik suv nasos qurilmasi	2	14	11
ISN	Ichimlik suv nasos qurilmasi	2	10	10
SN	Sug'orish nasoslari	5	10,0	14,0
ON	Oqova suv nasoslari	3	17,0	10,0

Bu qiymat 1000 V·A/uy deb qabul qilinadi. Hisoblanayotgan bo'lim (tok tarqalish nuqtasi)ga bir nechta uy ulangan bo'lsa, u holda uylarning yuklamasi $(R_1, R_2, R_3 \dots R_n) \times soni(n) \times yoppasiga$ ishlash koeffitsienti (κ_{yo}), ya'ni:

$$R = \Sigma R \times n \times K_{yo}$$

ko'rinishida hisoblanadi.

Ko'cha yoritqichlarining yuklamasi ilovadagi 3-jadvalga ko'ra olinadi. 1–11 bo'limlardagi ko'chaning kengligi 20 metrdan ortiq bo'lib uzunligi 1,3 km. Elektr yoritqichlarning yuklamasi 2,6 kVt; 1–18 bo'limda ishlab chiqarish korxonasining hovlisi joylashgan va unda 7 ta yoritish qurilmasi o'rnatilgan. Yoritqichlar 150 Vt li lampa bilan jihozlangan [1 va 6].

Umumiy quvvat:

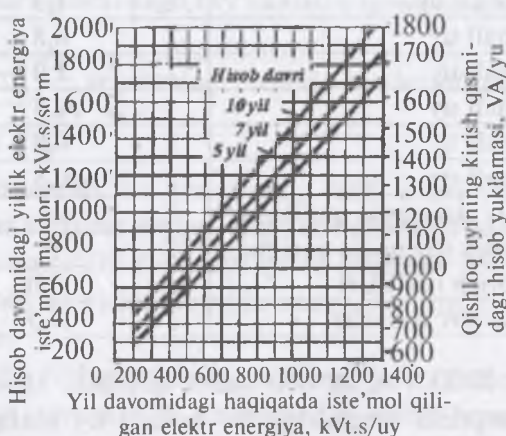
$$0,15 \times 7 = 1,1 \text{ kVt ga teng.}$$

Ko'cha yoritqichlarning umumiy quvvati:

$$2,6 + 1,1 = 3,7 \text{ kVt.}$$

Chunki, kechqurungi yuklama $S_{tun} = R_{k.yo}$ ko'cha yoritqichlari bir vaqtda ishlaganligi sababli $k_{yo} = 1$ deb qabul qilingan.

Aholi turar joylari va ishlab chiqarish obyektlarining yuklamasi ham *obyekt soni* $\times$ *yuklamasi* $\times$ *yoppasiga ishlash koeffitsienti* ko'rinishida hisoblanadi. Liniyalarning yuklamasini hisoblashni liniyaning oxiridan boshiga qarab hisoblash qulaydir. Masalan, 5–6-bo'limlar.



11.2-rasm. Qishloq xonadoni uchun yillik elektr energiyasi sarfini aniqlash nomogrammasi.

Ushbu bo'limga uylarning uchta guruhi (6, 7 va 8) ulangan. Nomogrammadan yuklamani topishda xohlagan bir o'qqa 7-nuqtaga ulangan ikkita uyning kechqurungi yuklamasi (1,7kVA) ni va boshqa o'qqa 6-nuqtadagi yuklama (4,9 kVA)ni qo'yamiz. Perpendikular chiziqlarning kesishish nuqtasidan pastga tushirilgan joydan yig'indi yuklama 5,9 kVA ni topamiz. Unga 6- va 8-bo'limdagi yuklama 3,8 ni qo'shamiz. Sunday qilib 5- va 6-nuqtalar oralig'idagi yig'indi yuklama 8,2 kVA ligi hisoblanadi (ilovadagi 12-jadval).

Kunduzgi yuklamalar ham shu usulda hisoblanadi.

1 kVA dan past bo'lgan yuklamalarni hisoblashda nomogrammaning masshtabi 10 martaga kichraytiriladi, ya'ni 0,3 va 1,0 kVA li yuklamalar 3 va 10 kVA qabilida olinadi.

Yig'indi yuklama:

$$11,7 : 10 = 1,7 \text{ kVA}.$$

4–5-bo'limdagi yuklama 5–6-bo'limlardagi yuklamalarni jamlash:

$$(S_{iun} = 8,2 \text{ kV}\cdot\text{A}, S_{kun} = 1,65 \text{ kV}\cdot\text{A})$$

a 5-nuqtaga ulangan yuklama:

$$(S_{iun} = 3,8 \text{ kV}\cdot\text{A}, S_{kun} = 0,8 \text{ kV}\cdot\text{A} \text{ va h.k.}).$$

5–6-bo'limdagi yuklamani yoppasiga ishlash koeffitsienti yordamida hisoblab jamlash yo'li bilan topiladi. Bu holat uchun 7+2+5 uylar 1,0 kVA li yuklamaga ega. Bo'limdagi yuklama 14 kVA ga teng.

14 ta iste'molchi uchun yoppasiga ishlash koeffitsienti 0,6 ga teng shu sababli hisoblashda:

$$14 \times 0,6 = 8,4 \text{ kVA} \text{ liginini aniqlaymiz.}$$

$$4-5\text{-bo'limdagi kechki yuklama } 19 \cdot 0,55 = 10,5 \text{ kV}\cdot\text{A va h.k.}$$

Iste'molchilarning kirish qismidagi yuklamasi o'zaro 4 marta ortiq farq qilsa ular alohida guruhlariga ajratilib hisoblanadi. Bu yerda ham yoppasiga ishlash koeffitsientining iste'molchilar soniga mos keluvchi qiymati olinadi.

Masalan, 1–12-bo'lim uchun kechki yuklama alohida jamlanadi, chunki eng kam yuklama 7,0 kV·A va eng katta yuklama 22,0 bo'lib tafovut 3 martani tashkil etadi.

1–12-bo'limdagi kechki yig'indi yuklama quyidagicha topiladi:

$$(22 + 22 + 8 + 8 + 10 + 12 + 7) \cdot 7 = 62,3 \text{ kV} \cdot \text{A}.$$

Ushbu bo'limdagi eng kam kunduzgi yuklama 4,0 kV·a va eng katta yuklama 22 kV·A farq 4 martadan ortiqligi sababli yuklamalar alohida guruhlariga ajratiladi.

Birinchisi: $(22 + 22 + 10 + 24) \cdot 0,75 = 58,5 \text{ kV} \cdot \text{A},$

Ikkinchisi: $(6 + 6 + 4) \cdot 0,8 = 12,8 \text{ kV} \cdot \text{A}.$

1–12-bo'limlar orasidagi yuklamani nomogramma yordamida jamlab yig'indi yuklama 66 kVA ga tengligini topamiz.

Transformator podstantsiyasidagi quvvatni topish uchun uzatiluvchi liniyalardagi yuklamalar yoppasiga ishlash koeffitsienti-ga ko'paytirilib jamlanadi, so'ngra ko'cha yoritqichlarining yuklamasi ham qo'shilib jamlangach yig'indi yuklama topiladi.

Hisob sxemalarini tuzishda (11.2-rasm) transformatorning chiqish qismi va tarqatish shinasidagi bo'limni 0–1-bo'lim deb belgilash maqsadga muvofiqdir. Bu belgilash kompyuter dasturlarni tuzish yoki uni «*Microsoft office Excel*» dasturida hisoblash yuklamani aniqlashda qulay usul hisoblanadi.

11.3-jadvaldagi ma'lumotlarga ko'ra transformator podstantsiyasining chiqish qismidagi 0–1-bo'limdagi yuklama quyidagicha hisoblanadi:

$$S_{\text{tun}} = 76,0 + 3,7 = 79,7 \text{ kV} \cdot \text{A}$$

Transformatorning kuchlanishi 0,38 kV va 10 kV li shinalardagi quvvat koeffitsienti ilovaning 6-jadvalidan kunduzgi va kechki yuklamalarning qiymatiga ko'ra solishtirish yo'li bilan topiladi.

$$S_{\text{kun}} / S_{\text{kech}} = 71 / 79,7 = 0,89 \cos \varphi_{\text{kun}} = 0,8; \cos \varphi_{\text{tun}} = 0,89$$

Podstantsiyadagi yuklamalarni liniyalarga ajratmay taxminiy hisoblashda iste'molchilarning yuklamalari guruhlariga ajratilib

hisoblanadi. Jamlashda yuklama farqi 4 martadan ortmasliliga e'tibor qaratiladi. Har bir guruhga mos yoppasiga ishlash koefitsieniti ko'paytirilib nomogrammadan hisobiy yuklama aniqlanadi. Masalan, kechki yuklama uchun barcha iste'molchilar ikki guruhga bo'linib quyidagicha hisoblanadi:

Birinchi guruh: $(22+22+8+8+10+12+7) \times 0,7 = 62,3 \text{ kV} \cdot \text{A}$,

Ikkinchi guruh: 58 uy - $1 \text{ kV} \cdot \text{A}$ va oqova suv nasoslari $1 \text{ kV} \cdot \text{A}$, ya'ni $59 \cdot 0,4 = 23,6 \text{ kV} \cdot \text{A}$.

Nomogramma yordamida jamlangan yig'indi yuklama $77 \text{ kV} \cdot \text{A}$ ni tashkil etadi. Tashqi yoritqichlar esa $3,7 \text{ kV} \cdot \text{A}$ bo'lganligi bois umumiy yuklama $80,7 \text{ kV} \cdot \text{A}$ ni tashkil etadi.

Obyekt uchun standart quvvati $100 \text{ kV} \cdot \text{A}$ bo'lgan transformator tanlanadi.

Eslatma: iste'molchilarning yuklamasini o'rnatilgan quvvatni yoppasiga ishlash koeffitsientiga ko'paytirib topilgan ma'lumot, yuklamani nomogramma yordamida hisoblash yo'li bilan aniqlangan ma'lumotdan 7% gacha farq qilishi mumkin.

11.2-jadval

Iste'molchilar yuklamasining bo'limlarga taqsimlanishi

№	Hisoblanayotgan bo'lim	Kunduzgi yuklama, $\text{kV} \cdot \text{A}$	Tungi yuklama, $\text{kV} \cdot \text{A}$	Tashqi yoritqichlar, $\text{kV} \cdot \text{A}$
1	0-1	71,0	76,0	
2	1-2	11,0	25,0	
3	2-3	10,5	22,5	
4	4-5	2,95	14,1	
5	5-6	2,15	10,5	
6	6-7	1,65	8,2	
7	6-8	0,8	3,8	3,7
8	3-9	7,9	8,0	
9	9-10	7,5	5,4	
10	10-11	7,0	1,0	
11	1-12	65,0	62,3	
12	12-13	63,0	56,0	
13	13-14	33,0	23,0	

14	14–15	10,0	10,0	
15	14–16	24,0	12,0	
16	13–17	37,5	35,5	
17	17–18	22,0	22,0	

Loyihalanayotgan qishloqdagi elektr iste'molchilar yuklamasini hisoblash

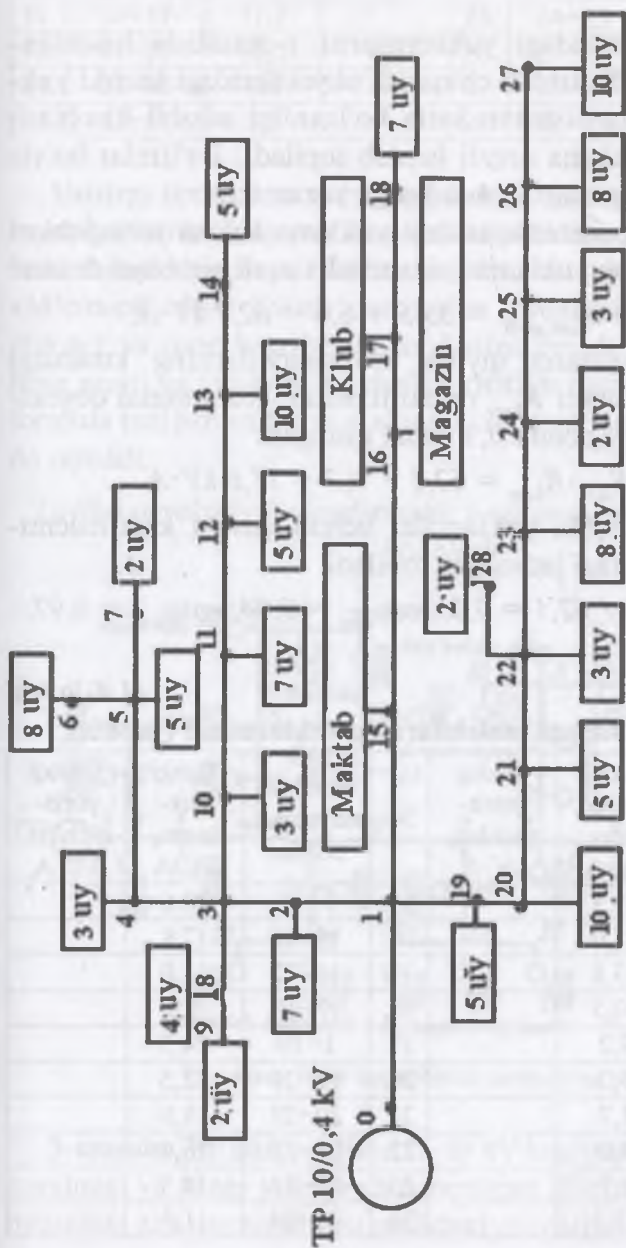
2-masala. 10/0,4 kV kuchlanishli podstansiyadan 120 aholi turar joy (uy)lari, maktab, magazin va klub elektr energiyasi bilan ta'minlanadi.

Iste'molchilarning nomi, soni, kunduzgi va kechki yuklamasi 11.3-jadvalda, hisoblash sxemasi esa, 11.3-rasmda berilgan. 1 ta xonadon uchun ayni paytdagi elektr energiyasi iste'mol miqdori (yuklama) 500 kVt·s/yil.

11.3-jadval

Elektr iste'molchilarning yuklamalari

Obyekt		Yuklamasi	
Nomi	soni	S_{kun} kVA	S_{kun} kVA
2 xonali uy	1	0,3	1,7
3 xonali uy	1	0,5	2,4
4 xonali uy	1	0,6	3,0
5 xonali uy	1	0,8	3,8
6 xonali uy	1	0,8	4,2
7 xonali uy	1	1,0	4,5
8 xonali uy	1	1,0	5,2
10 xonali uy	1	1,3	8,5
Magazin	1	5,0	8,0
Maktab	1	8,0	16,0
Klub	1	3,0	10,0



11.3-rasm. Qishloq aholi yashash joyidagi past kuchlanishli elektr ta'minot tarmog'i.

Yechilishi:

Aholi turar joylaridagi yuklamalarni 1-masalada hisoblangan tartibda topiladi. Ishlab chiqarish obyektlaridagi kechki yuklamalar kunduzgiga nisbatan katta bo'lganligi sababli hisoblash paytida kechki yuklama orqali jamlab topiladi. Bo'limlar bo'yicha yuklamalarni jamlab 11.4-jadvalga yozamiz.

Transformator podstantsiyasidagi yuklama ko'cha yoritqichlari va iste'molchilarning yuklamasini jamlash orqali hisoblanadi va u:

$$S_{tp} = S_{ist} + s_{tash.yorit.} = 55,5 + 6,6 = 62,1 \text{ kV}\cdot\text{A}.$$

Kunduzgi maksimum qiymat iste'molchilarning kunduzgi maksimum koeffitsienti R_{kun} orqali topiladi. Kommunal obyektlarning yuklamalari uchun 0,3 qabul qilingan:

$$S_{kun} = S_{tp} \cdot R_{kun} = 62,1 \cdot 0,3 = 18,6 \text{ kV}\cdot\text{A}$$

Kunduzgi va kechki yuklamalar uchun quvvat koeffitsienti-ning qiymati ilovadagi jadvaldan topiladi.

$$S_{kun} / S_{tp} = 18,6 / 62,1 = 0,3. \cos\varphi_{kun} = 0,94; \cos\varphi_{tp} = 0,97.$$

11.4-jadval

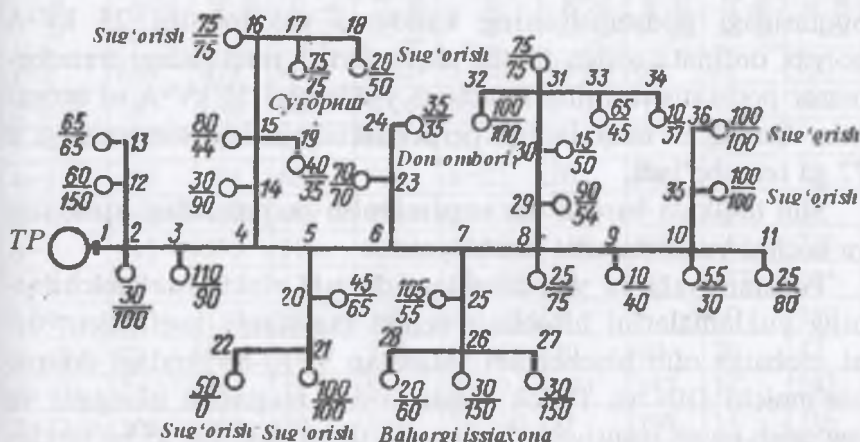
Bo'limlar bo'yicha iste'molchilarning yuklamalari (kechki)

№	Hisoblanayotgan bo'lim	Tungi yuklama, kV·A	Tashqiyorit-qichlar, kV·A	№	Hisoblanayotgan bo'lim	Tungi yuklama, kV·A	Tashqiyorit-qichlar, kV·A
1.	0-1	55,5		15.	1-15	18,6	
2.	1-2	27,0		16.	15-16	17,8	
3.	2-3	23,8		17.	16-17	13,0	
4.	3-4	10,5		18.	17-18	4,9	
5.	4-5	9,2		19.	1-19	24,5	
6.	5-6	5,2		20.	19-20	22,5	
7.	5-7	1,7		21.	20-21	18,8	
8.	3-8	4,0		22.	21-22	16,4	
9.	8-9	1,7		23.	22-23	14,5	
10.	3-10	15,3		24.	23-24	11,3	

11.	10-11	11,2		25.	24-25	10,3	
12.	11-12	11,2	6,6	26.	25-26	9,1	
13.	12-13	8,8		27.	26-27	6,5	
14.	13-14	3,8		28.	22-28	1,7	

Hozirgi texnika va texnologiyalar rivojlangan bir paytda elektr iste'molchilarning yuklamasini hisoblashda kompyuter dasturlaridan foydalanish va hisoblarni jadval usulida olib borish uchun «Microsoft office Excel» dasturidan foydalanish hisoblashni ancha tez va oson bajarish imkoniyatini beradi. Bunda obyektlarning nomi va yuklamasi jadvalga kiritilib natijasini topish uchun formula tuziladi va hisob ma'lumotlari kompyuter yordamida tezda olinadi.

Loyiha obyektidagi transformator podstansiyasining yuklamasini hisoblash



11.4-rasm. 10 kV kuchlanishli tarmoqning sxemasi.

3-masala. TP dan uzatiluvchi 10 kV kuchlanishli liniyalarning kunduzgi va tungi yuklamalari berilgan. Elektr ta'minot tumani hududida zax qochirish maqsadidagi mavsumiy drenaj quduqlari,

sug'orish suv nasoslari, issiqxona, yozgi don saqlash omborxonasi kabi iste'molchilar ham mavjud. Issiqxonaning yuklamasi umumiy yuklamaning 20% tashkil etganligi sababli bahorgi maksimum yuklamani hisoblashda e'tiborga olinmaydi. Sug'orish nasoslari va don saqlash omborxonasidagi yuklama umumiyning 30% ni tashkil etadi. Shu sababli yozgi va qishki maksimum bo'yicha hisoblanadi. Elektr ta'minot tizimi loyiha hisobini bajaring.

Yechilishi:

Bo'limlarning yuklamasi liniyaning oxiridan boshlang'ich nuqtasiga qarab ilovadagi 3-nomogrammadan foydalangan holda hisoblanadi.

Yuklamani qishki maksimum bo'yicha hisoblaganda yoz va bahor fasllarida ishlaydigan obyektlardagi yuklamalar e'tiborga olinmaydi (sug'orish nasoslari, yozgi don qurutish omborxonasi).

Nomogrammaning absissa o'qiga 11-tok taqsimlanish nuqtasidagi podstansiyaning kunduzgi yuklamasini 25 kV·A qo'yib, ordinata o'qiga 10-tok taqsimlanish nuqtasidagi transformator podstansiyasining kunduzgi yuklamasi 55 kV·A ni qo'yamiz. Qo'yilgan nuqtalardan perpendikular chiziq tortamiz va u 72 ga teng bo'ladi.

Shu taqlidda barcha tok taqsimlanish nuqtalaridagi kunduzgi va kechki yuklamalarni hisoblaymiz.

Podstansiyalarda yoz davridagi doimiy elektr iste'molchilarning yuklamalarini hisoblash uchun mavsumiy koeffitsient 0,7 ni inobatga olib hisoblanadi. Masalan 9–10-bo'limdagi doimiy iste'molchi (10- va 11-tok taqsimlanish nuqtasiga ulangan) va sug'orish nasos stansiyasi. Sug'ornish tizimidagi 10–35 bo'limdagi yuklama ilovadagi 3-rasm bo'yicha jamlanib 178 kV·A ga tengligi topiladi.

9–10-bo'limdagi kechqurungi yuklama jamlanib (178 kV·A) mavsumiy koeffitsientga ko'paytiriladi:

$$5 \cdot 0,7 = 38 \text{ kV} \cdot \text{A} \text{ va } 25 \cdot 0,7 = 18 \text{ kV} \cdot \text{A}$$

Natijalar 11.5-jadvalga kiritiladi.

Obyektlardagi transformator punktining quvvatini hisoblashda asosiy iste'molchilar bilan bir vaqtda yilning faqat biror-bir mavsumida faoliyat ko'rsatadagan elektr iste'molchi obyektlar nazarda tutiladi. Odatada bunday elektr iste'molchilar uchun alohida elektr ta'minot liniyasi va transformator punktini ko'zda tutish maqsadga muvofiqdir. Chunki, mavsumiy iste'molchining doimiy ishlamasligi transformatorning aktiv quvvat koeffitsienti qiymatiga salbiy ta'sir etadi.

11.5-jadval

Obyektlarning yuklamasini hisoblash

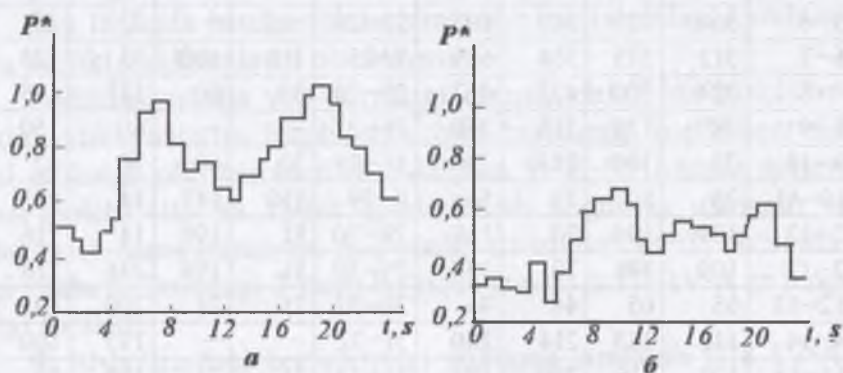
Hisoblash bo'limi	Qish		Yoz		Hisoblash bo'limi	Qish		Yoz	
	Kunduzgi yuklama, kVA	Tungi yuklama, kVA	Kunduzgi yuklama, kVA	Tungi yuklama, kVA		Kunduzgi yuklama, kVA	Tungi yuklama, kVA	Kunduzgi yuklama, kVA	Tungi yuklama, kVA
1-2	688	872	977	1182	5-20	45	65	28	133
2-3	587	698	907	1026	20-21	—	—	151	100
3-4	505	616	850	980	21-22	—	—	137	—
4-5	397	475	684	793	6-23	70	70	50	73
5-6	364	427	569	693	23-24	—	—	73	35
6-7	312	375	514	639	7-25	118	100	35	223
7-8	224	300	427	467	25-26	30	60	117	195
8-9	78	129	218	250	26-27	—	—	60	150
9-10	72	100	213	230	26-28	20	60	20	42
10-11	25	80	18	56	8-29	150	147	14	243
2-12	109	198	70	138	29-30	81	198	14	216
2-12	109	198	70	138	29-30	81	198	246	216
12-13	65	65	46	46	30-31	71	71	200	192
4-14	142	183	214	240	31-32	—	—	193	100
14-15	121	116	200	194	31-33	71	71	100	50
15-16	20	50	140	157	33-34	10	37	50	26
16-17	20	50	84	100	10-25	—	—	7	178

17–18	20	50	14	35	35–36	—	—	178	100
15–19	40	35	28	24	—	—	—	100	—

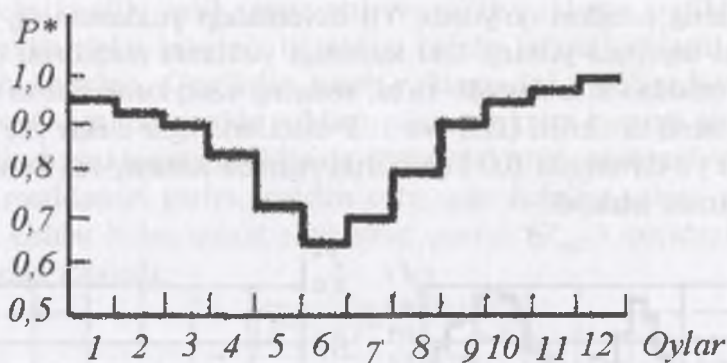
Yoki, boshqacha aytganda, transformator mavsumiy elektr iste'molchi uchun ham qo'shimcha elektrenergiya (quvvat)ni jamlab turadi va undan foydalanilmasa ortiqcha miqdordagi elektr energiya isrofi yuzaga kelishi mumkin.

11.3. Loyiha obyektida yuklamani grafik usulida hisoblash

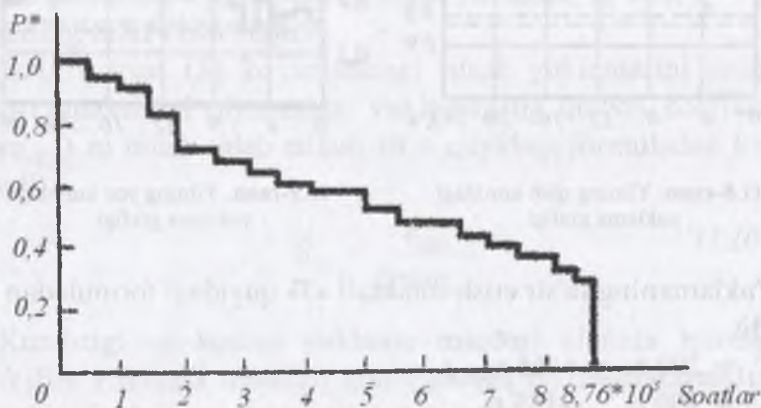
Odatda yangidan qurilgan yoki jihozlangan korxonalaridagi elektr energiyasi me'yoriy ko'rsatkichlarini aniqlash, elektr energiyasi uchun shartnoma tuzishda elektr energiyasidan foydalanish uchun limitlar ajratish kabi muammoli masalalar yuzaga kelaydi. Buni yechishda har doim ham korxonadagi elektr energiyasi iste'molchilari quvvatini aniqlashda o'rnatilgan quvvatdan foydalanish qulay emas. Chunki, ushbu usul doimo ham aniq ma'lumotga ega bo'lish imkonini bera olmaydi. Agarda elektr ta'minot tizimlaridagi yuklamalarni hisoblashda aniq ma'lumotlar bo'lmasa, u holda iste'molchilarning sutkalik, oylik, fasliy va yillik yuklama garafiklari tuziladi (11.5- 11.6- 11.7- 11.8- 11.9- va 11.10-rasmlar) [6].



11.5-rasm. Sutkalik yuklama grafigi: a — qish kuni uchun; b — yoz kuni uchun; R^* — maksimalga nisbatan nisbiy birliklardagi quvvat.



11.6-rasm. Yuklamaning oylarga taqsimlanish grafigi.

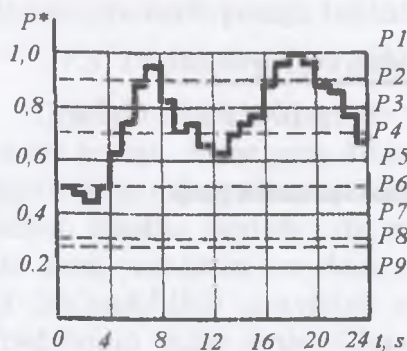


11.7-rasm. Yuklamaning yil davomidagi grafigi.

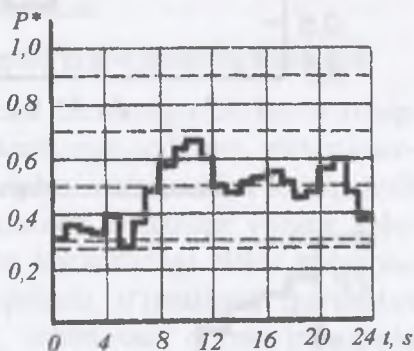
Yuklama grafigi bu, to'la (S) yoki aktiv (P) quvvatning vaqtga bog'liq holdagi o'zgarishidir. Sutkalik yuklama grafiklarini tuzganda u yil davomida o'zgarib borganligi sababli turlicha ko'rinishga ega bo'lishi mumkin. Faslga bog'liq holda sutka davomidagi kun va tunning o'zgarishi bunga asosidir. Amaliy hisoblarda yillik yuklamalar grafigidan foydalanish qulay.

Yillik yuklama grafiklarni tuzishda absissa o'qiga yil davomidagi kunlar yoki soatlar (8760 soat), ordinata o'qiga esa yuk-

lamaning miqdori qo'yiladi. Yil davomidagi yuklamaning miqdorini topishda yilning ikki kunidagi yuklama miqdorini bilish ayni muddao hisoblanadi. Ya'ni, yozning uzoq kunlarini va qishning uzoq tunlarini (11.8- va 11.9-rasmlar). Agar elektr iste'molchilar yil davomida 200 kun qishki rejimda ishlasa, 165 kun yozgi rejimda ishlaydi.



11.8-rasm. Yilning qish kunidagi yuklama grafigi.



11.9-rasm. Yilning yoz kunidagi yuklama grafigi.

Yuklamaning ta'sir etish muddati « T » quyidagi formuladan topiladi:

$$T_1 = 200 t_{1 \text{ qish}} + 165 t_{1 \text{ Yoz}};$$

$$T_2 = 200 t_{2 \text{ qish}} + 165 t_{2 \text{ Yoz}};$$

$$\dots\dots\dots$$

$$T_n = 200 t_{n \text{ qish}} + 165 t_{n \text{ Yoz}};$$

Koordinata o'qlariga kerakli ma'lumotlarni qo'yib yillik yuklama grafigini tuzamiz (11.9-rasm). Agar grafikning yuzasini shtrix chizig'i bilan qoplasak, yillik iste'mol qilingan energiya miqdori (soat) topiladi (11.10-rasm). Bu grafikda $R_{o'rt}$ — o'rtacha yillik quvvat bo'lib, u yil davomida uzatilgan elektr energiya miqdori « A »ning yil davomidagi elektr energiyadan foydalanish vaqt oraliq'i (soat) 8760 bo'linganiga teng. Elektr energiyadan foydalanish

bo'yicha kunlik, oylik, mavsumiy va yillik yuklama grafiklariga ega bo'lib elektr ta'minot tizimdagi barcha ko'rsatkichlarni loyihalash mumkin. Grafikdan hisob yuklamasini topish uchun yarim soat vaqt mobaynida yuklamaning eng katta qiymati olinadi. Bu hisob yuklama grafiklarida maksimal yuklamadan foydalanish muddatlari yarim soatdan ortmagan holatlar uchun o'rinlidir. Ushbu holat uchun ekvivalent quvvat (R_{ekv}) quyidagi formuladan topiladi:

$$P_{ekv} = \sqrt{\frac{P_1^2 t_1 + P_2^2 t_2 + \dots + P_n^2 t_n}{t_1 + t_2 + \dots + t_n}}, \quad 11.9$$

Bu yerda: $P_1, P_2 \dots P_n$ — eng katta yuklama; $t_1, t_2 \dots t_n$ — yuklamaning ta'sir etish vaqti.

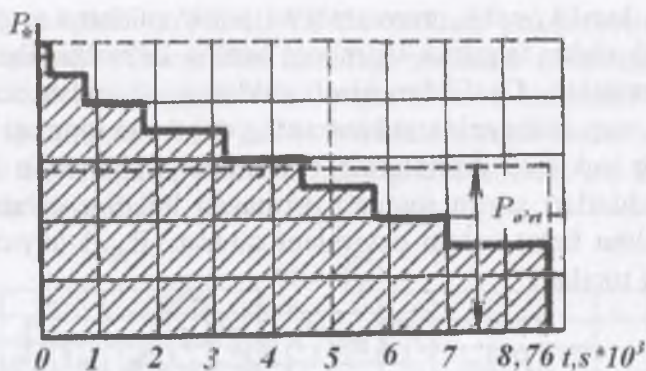
To'la quvvat (S) ko'rinishidagi hisob yuklamasini aniqlash uchun, maksimal qiymatdagi yuklamaning quvvat koeffitsienti ($\cos \varphi_{ekv}$) ni bilish talab etiladi va u quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$S_{ekv} = \frac{P_{ekv}}{\cos \varphi_{ekv}} \quad 11.10$$

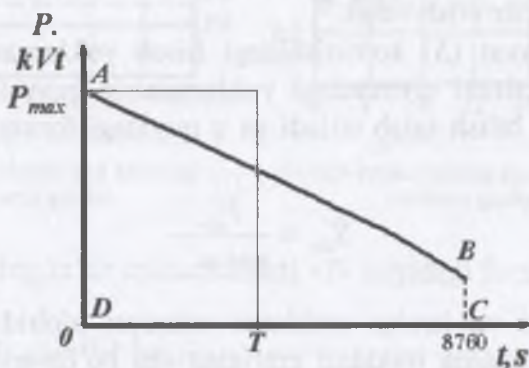
Kunduzgi va kechgi yuklama miqdori alohida hisoblanadi. Yillik yuklama muddati grafigiga ega bo'lib maksimal yuklamadan foydalanish vaqti (t)ni topish mumkin. Buning uchun 11.11-rasmdan foydalanib $ABCD$ figurasi yuzasini hisoblab topamiz. Grafikdagi yuklama (R)ning balandligi maksimal yuklama miqdoriga teng. Ayonki bu muddat:

$$P = \frac{\int_0^{8760} P dt}{P_{his}} \quad 11.11$$

Elektr energiyasi iste'moli asosida chizilgan grafikning yuzasi sarf bo'lgan energiya miqdorini hisoblash imkonini beradi.



11.10-rasm. Qish va yoz kunlaridagi yuklamani e'tiborga olgan holda o'rtacha yillik yuklamani tuzish grafigi.



11.11-rasm. Yil davomida maksimal yuklamadan foydalanish vaqtini aniqlash grafigi.

Sarf bo'lgan energiyani smenadagi soatlar soniga bo'lsak sutka yoki smena davomidagi o'rtacha sarf bo'lgan energiya miqdorini topish mumkin. Uni quyidagi formula yordamida hisoblaymiz:

$$P_{otr} = \frac{A}{t} \quad 11.12$$

Elektr iste'molchilar sarf qilingan elektr energiyani smena davomidagi eng katta quvvatga bo'lsak maksimum ishlash soati kelib chiqadi.

Ushbu ko'rsatkichlar elektr uskunalardan samarali foydalanish darajasini ko'rsatadi.

Elektr uskunalarning maksimum yuklamada ishlash soati qancha ko'p bo'lsa yoki tarmoq iste'molchilarning o'rtacha quvvatini tarmoqdagi eng katta yuklama iste'molchisi quvvatiga bo'lsak olingan qiymat birga yaqin yoki teng bo'lsa tarmoqdagi elektr uskunalardan foydalanish darajasi shuncha yuqori bo'ladi.

Hisob yuklamasini va maksimal yuklamadan foydalanish vaqtini bilgan holda yil davomida iste'molchi obyektning talab etadigan elektr energiya miqdorini quyidagi formuladan topish mumkin:

$$A = P_{\text{has}} \cdot T \quad 11.13$$

Tabiiyki (T)ning miqdori qanchalik katta bo'lsa, ushbu korxona shunchalik ko'p elektr energiyani iste'mol qiladi, demak elektr ta'minot tizimi ham shunchalik ishonchli ishlashi shart. Yil davomidagi yuklama miqdori o'zgarmas bo'lsa u holda $T \approx 8760$ ga tengdir. Ammo qishloq xo'jaligi obyektlaridagi yuklama miqdori 1100 dan 3000 soatgacha o'zgarib turadi. Shu sababli $T \approx 1000 \div 3000$ oralig'idagi miqdorda qabul qilinadi. Barcha qishloq xo'jaligi obyektlarini ikki turga bo'lish mumkin: a) ishlab chiqarish; b) maishiy.

Birinchi turdagi iste'molchilarga iste'mol qilinadigan elektr energiyaning uchdan ikki hissasi sarflanadi va unga quyidagilar kiradi: elektr yoritish tarmoqlari, elektr motorlar, elektr isitish va qizdirish qurilmalari, elektr suv isitkichlar, elektrotexnologik jarayonda ishtirok etuvchi uskunarlar va h.k.

Ikkinchi turga aholining elektr energiyasini iste'mol qiluvchi yoritish, isitish, sovitish, maishiy asbob uskunarlar va h.k.lar kiradi.

Barcha elektr qurilmalarning pastportida uning o'rnatilgan quvvati $R_{o'rn}$ berilgan bo'lib ushbu ma'lumotlar asosida har bir obyekt uchun o'rnatilgan umumiy quvvat $\Sigma R_{o'rn}$ ni hisoblash mumkin.

Shu bilan birga bir iste'molchi obyekt uchun bir nechta energiya iste'mol qiluvchi uskuna ulangan bo'lsa ulanish quvvati (S_{ul}) quyidagi formuladan topiladi:

$$S_{ul} = \frac{S_{o'm} \cdot k_{yukl}}{\eta}, \quad 11.14$$

bu yerda: η — elektr iste'molchi uskuna (elektr motori)ning foydali ish koeffitsienti; k_{yukl} — ishchi mashina va elektr motorning quvvatlari nomutanosibligi natijasida yuzaga keluvchi yuklanish koeffitsienti.

Loyiha obyektidagi elektr iste'molchilar yuklamasini garafik asosida hisoblash

4-masala. Elektr iste'molchilarning yuklama garfigi namunaviy loyihalarini tuzish loyihalash instituti yoki tashkiloti tomonidan ishlab chiqiladi. Shu bilan birga obyektlarning elektr ta'minot monitoringini o'tkazish uchun elektrotexnika xizmati xodimi (nazoratchi injener, texnik) ham yuklama grafigini tuzishi mumkin. Yuklama grafigini tuzishdan maqsad: yangidan qurilgan obyektlardagi elektr iste'molchilar talab etgan yuklama va elektr energiya miqdorini aniqlash yoki me'yorlash, transformatorning kunduzgi yoki kechqurungi yuklamasini aniqlash, obyektni qayta qurish uchun ayni paytdagi iste'molchilar talab etayotgan quvvat miqdori haqidagi ma'lumotga ega bo'lish uchun bajariladi. Aksariyat hollarda obyektidagi iste'molchilarning yuklamasi o'rnatilgan quvvat ko'rinishida berilgan bo'ladi (1-ilova).

Temir-beton mahsulotlarini ishlab chiqaruvchi zavoddagi texnologik uskunalar uchun hisob yuklamasini aniqlang. Texnologik uskunalar, ishchi mashinalar, iste'mol qiladigan quvvati, bajariladigan jarayonlar va texnologik smenada bajariladigan ishlar grafigi 11.13-rasmda berilgan.

Yechilishi:

Ishchi mashinalarda o'rnatilgan elektr dvigatellarning talab etadigan quvvati (P) quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$P = \frac{P_{quril}}{\eta \cdot k_{yukl}}$$

11.15

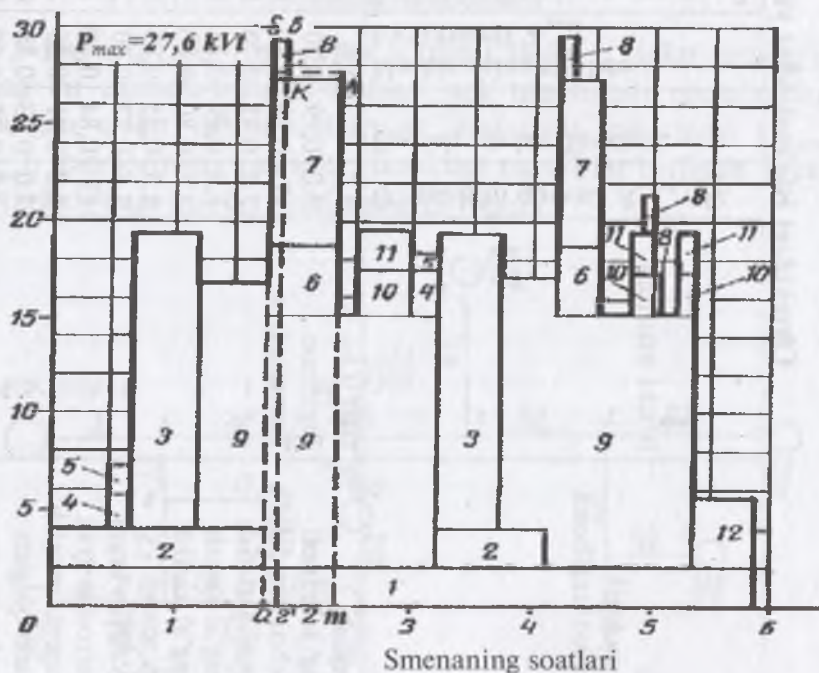
Bu yerda, P_{quril} — elektr dvigatelning oʻrnatilgan quvvati, kVt.;

η — elektrodvigatelning foydali ish koeffitsienti;

k_{yukl} — mazkur texnologik jarayonda ishtirok etayotgan elektr dvigatelning oʻrtacha yuklanish koeffitsienti.

Ordinata oʻqiga hisob natijasida olingan quvvat P qoʻyiladi, absissa oʻqiga mashinaning ish muddati uzunligi qoʻyiladi (11.12-rasm). Texnologik jarayonni belgilash grafigiga 11.6-jadvaldagi jarayonlar mos keladi.

P, kVt



11.12-rasm. Iste'molchilarning elektr yuklamalari gafigi.

Obyektdagi iste'molchilar yuklamasi

№ t.r.	Texnologik jarayonning nomi	Ishchi mashina	O'rnatilgan quvvat, $R_{o'rn}$, kVt.	Foydali ish ko'effitsienti, η	Mashinaning yuklanish ko'effitsienti, k_{yukl}	Iste'mol qilinadigan quvvat, R , kVt.	Chiqarilgan mahsulot, t	Ishlab chiqarish quvvati, t/s	Ish muddati, s	Ishchi smenaning muddati, s					
										1	2	3	4	5	6
1	Yoritish	DRL, Unv	2,0	—	1,0	2,0	—	—	5,8						
2	Bug' ta'minoti	Tegirmon	2,0	0,79	0,70	1,77	—	1,2	2,7		—		—		
3	Toshni maydalash	Transportyor	17	0,88	0,80	15,4	1,8	2	0,9		—		—		—
4	Sement uzatish	— / —	2,2	0,81	0,70	1,9	1,8	4	0,5				—		
5	Shag'al yuvish		1,5	0,79	0,75	1,42	1,8	4	0,5						
6	Shag'al uzatish		3,7	0,80	0,80	3,7	2,8	4	0,75		—		—		
7	Suv nasosi		8,5	0,85	0,85	8,5	2,8	4	0,75		—		—		
8	Ko'tarish kran		2,6	0,77	0,70	2,37	0,6	5	0,2		—		—		
9	Gorizonta kran		13	0,84	0,80	13,0	7,0	—	3,6				—		
10	Sement uzatgich		2,2	0,81	0,75	2,4	7,0	15	0,7				—		
11	Beton qorgich		3,0	0,83	0,75	0,90	3,3	15	0,7				—		
12	Suv bosim nasosi		2,8	0,75	0,90	3,36	4,0	16	0,5				—		

Grafikdagi yarim soatlik maksimumni aniqlash uchun formula (11.15) yordamida aniqlangan ekvivalent quvvatga teng keluvchi garfikdagi ulush olinadi.

Keltirilgan grafikda:

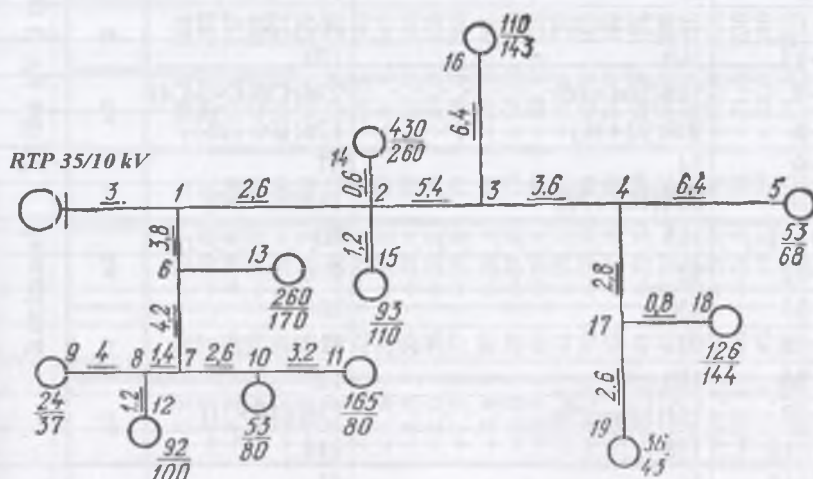
$$P_{ekv} = \sqrt{\frac{29,5^2 \cdot 0,1 + 27,2^2 \cdot 0,4}{0,1 + 0,4}} = 27,6 \text{ kVt}$$

Temir-beton mahsulotlarini ishlab chiqaruvchi zavodda quvvat koeffitsienti ($\cos \varphi = 0,75$)ligini e'tiborga olgan holda

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = \frac{26,7}{0,75} = 36,8 \text{ kVA ga tengligini topamiz.}$$

Loyiha obyektida kuchlanishi 10 kVli elektr tarmoqlarni yuklamasini hisoblash

5-masala. 11.14-rasmda kuchlanishi 10 kV li elektr tarmog'ining bir chiziqli ulanish sxemasi, tok taqsimlash nuqtalaridan ulangan elektr iste'molchilarning maksimal yuklamasi (P_{kun}/P_{run}), transformator punktlari orasidagi masofalar berilgan. Elektr tarmog'dagi hisobiy yuklamalarni toping.



11.13-rasm. Kuchlanishi 10 kV tarmoqning bir chiziqli ulanish sxemasi.

Yechilishi:

Ma'lumotlarni tok bo'linish nuqtalari asosida 11.7-jadvalga kiritib yuklamani hisoblaymiz. Hisoblashda 11.8-jadvaldan foydalanish tavsiya etiladi. Yuklamalarni jamlash paytida agar ikkita yuklama qo'shiladigan bo'lsa katta yuklamaga kichkinasi qo'shiladi. Kichkina yuklamaning qiymati 11.8-jadvaldan olinganda uni quyidagicha tanlash mumkin.

Masalan, 4–17-bo'limda kunduzgi yuklamani hisoblashda $126+36 \text{ kVA}$ bo'lishi kerak, ammo kichkina qo'shiluvchining qiymati jadvaldan olinganda $S = 36 \text{ kVA}$ da, $\Delta S = +25,2 \text{ kVA}$ ga teng shu sababli jamlashda $126+25=151 \text{ kVA}$ olinadi.

11.7-jadval

10 kV kuchlanishli tarmoqning hisobiy yuklamalari

Hisob bo'limlari	Bo'limlarning yuklamalari, kV·A	
	Kunduzgi maksimumda	Kechki (tungi) maksimumda
RTP-1	1102 (712,8+388,2)	880(593+287)
1–2	712,8 (430+213,6+69,2)	593 (307+204+82)
2–3	272(190+82)	307(225+82)
3–4	190 (151,2+38,8)	225(175+50)
4–5	53	68
1–6	488(284+204)	365(234+131)
6–13	260	170
6–7	284(204+80)	234(139,6+94,4)
7–8	108(92+16)	126(100+26)
8–9	24	37
7–10	204(165+39)	140(80+60)
10–11	165	80
8–12	92	100
2–14	430	260
2–15	93	110
3–16	110	123
4–17	151(126+25)	175(144+31)
17–18	126	144
17–19	36	43

S	AS	S	AS	S	AS	S	AS	S	AS	S	AS	S	AS
1	+0.6	26	+17.2	52	+38.0	105	+78	260	-204	510	+408	760	+618
2	+1.2	27	+18.0	54	+39.5	110	+82	270	-212	520	+416	770	+626
3	+1.8	28	+18.8	56	+41.0	115	+86	280	-220	530	+424	780	+634
4	+2.5	29	+19.6	58	+42.5	120	+90	290	-228	540	+432	790	+642
5	+3.1	30	+20.4	60	+44.0	125	+94	300	-235	550	+440	800	+650
6	+3.7	31	+21.2	62	+45.6	130	+98	310	-243	560	+448	810	+659
7	+4.3	32	+22.0	64	+47.2	135	+102	320	-251	570	+456	820	+667
8	+5.0	33	+22.8	66	+48.8	140	+106	330	-259	580	+465	830	+668
9	+5.6	34	+23.6	68	+50.4	145	+110	340	-267	590	+474	840	+686
10	+6.3	35	+24.4	70	+52.0	150	+115	350	-275	600	+483	850	+695
11	+7.0	36	+25.2	72	+53.5	155	+119	360	-283	610	+492	860	+704
12	+7.7	37	+26.0	74	+55.0	160	+123	370	-291	620	+500	870	+713
13	+8.4	38	+26.8	76	+56.5	165	+127	380	-299	630	+508	880	+722
14	+9.0	39	+27.6	78	+58.0	170	+131	390	-307	640	+517	890	+731
15	+9.7	40	+28.4	80	+59.5	175	+135	400	-315	650	+525	900	+740
16	+10.4	41	+29.2	82	+61.0	180	+139	410	-323	660	+534	910	+749
17	+11.0	42	+30.0	84	+62.5	185	+143	420	-332	670	+543	920	+758
18	+11.6	43	+30.8	86	+64.0	190	+147	430	-340	680	+552	930	+767
19	+12.3	44	+31.6	88	+65.5	195	+151	440	-348	690	+561	940	+776
20	+13.0	45	+32.4	90	+67.0	200	+155	450	-357	700	+570	950	+785
21	+13.7	46	+33.2	92	+68.5	210	+162	460	-365	710	+578	960	+794
22	+14.4	47	+34.0	94	+70.0	220	+170	470	-374	720	+586	970	+803
23	+15.1	48	+34.8	96	+71.5	230	+178	480	-382	730	+594	980	+812
24	+15.8	49	+35.6	98	+73.0	240	+186	490	-391	740	+602	990	+821
25	+16.5	50	+36.5	100	+74.5	250	+194	500	-400	750	+610	1000	+830

Eslatma: S – qo‘shiluvchi yuklamalarning eng kichigi, $kV \cdot a$; ΔS – katta yuklamaga qo‘shiluvchi, $kV \cdot A$.

Loyiha obyektini ta'minlanuvchi 35/10 kV li transformator podstansiyasidagi elektr yuklamani hisoblash

6-masala. Transformator podstansiyasidan 10 kV kuchlanishli 4 ta tarmoqli havo liniyasi uzatiladi. Tarmoqning elektr ulanish sxemasiga asosan yuklamalar quyidagicha:

$$L1 - S_{kun1} = 1102 \text{ kV}\cdot\text{A} \text{ va } S_{kech(tun)1} = 880 \text{ kV}\cdot\text{A}$$

$$L2 - S_{kun2} = 420 \text{ kV}\cdot\text{A} \text{ va } S_{kech(tun)2} = 670 \text{ kV}\cdot\text{A}$$

$$L3 - S_{kun3} = 510 \text{ kV}\cdot\text{A} \text{ va } S_{kech(tun)3} = 710 \text{ kV}\cdot\text{A}$$

$$L4 - S_{kun4} = 630 \text{ kV}\cdot\text{A} \text{ va } S_{kech(tun)4} = 940 \text{ kV}\cdot\text{A}$$

Kuchlanishi 35/10 kV li transformator podstansiyasidagi hisobiy yuklamalarni toping.

Yechilishi:

Podstansiyadan uzatiluvchi kuchlanishi 10 kV li tarmoqni hisoblashda 11.8-jadvalda keltirilgan tartibda shartli 4 ta bo'limdan iborat bo'lgan havo liniyasiga ajaratib yuklamani hisoblaymiz:

$$S_{kun} = S_{kun1} + \Delta S_{kun2} + \Delta S_{kun3} + \Delta S_{kun4} = \\ 1102 + 332 + 408 + 508 = 2350 \text{ kV}\cdot\text{A};$$

$$S_{kech(tun)} = S_{kech1} + \Delta S_{kech2} + \Delta S_{kech3} + \Delta S_{kech4} = \\ 940 + 722 + 543 + 578 = 2783 \text{ kV}\cdot\text{A};$$

Transformator katta yuklamaga asosan tanlanadi. Kuchlanishi 10 kV li liniyadagi quvvat koeffitsienti

$$S_{tkun} / S_{kech(tun)} = \frac{2350}{2783} = 0,84$$

$S_{kun}/S_{kech(tun)}$ nisbatiga ko'ra ilovadagi 8-jadvaldan 0,84 qiymat uchun:

$$\cos\varphi_{kun} = 0,83, \cos\varphi_{kech(tun)} = 0,91 \text{ olinadi.}$$

11.4. Loyiha obyektida yuklamani yoppasiga ishlash koeffitsienti (k_{yo}) asosida hisoblash usuli

Suv xo'jaligi va qishloq joylaridagi obyektlarda o'rnatilgan barcha uskunala bir vaqtning o'zida yoppasiga ishlashi amaliyotda

juda kam uchraydigan hodisadir shu sababli, yoppasiga ishlash koeffitsienti $k_{yo} < 1$ deb qabul qilingan.

Qishloq joylaridagi va suv xo'jaligi obyektlarining yuklamalarini to'g'ri belgilash uchun qishloq energo loyiha instituti tomonidan elektr yuklamalar jadvali ishlab chiqilgan va u 11.9-jadvalda berilgan.

Suv va qishloq xo'jaligi sanoat obyektlari deganda qishloq joylarida joylashgan yirik obyektlar tushunilib ularga qishloq xo'jalik mahsulotlarini qayta ishlovchi, ularni qabul qilib, qadoqlash yoki tayyor mahsulot holiga keltirib boshqa turdosh korxonalarga sotuvchi tashkilotlar tushuniladi. Bunday tashkilotlarning nomi va yuklamalari haqidagi ma'lumotlar 11.9-jadvalda berilgan.

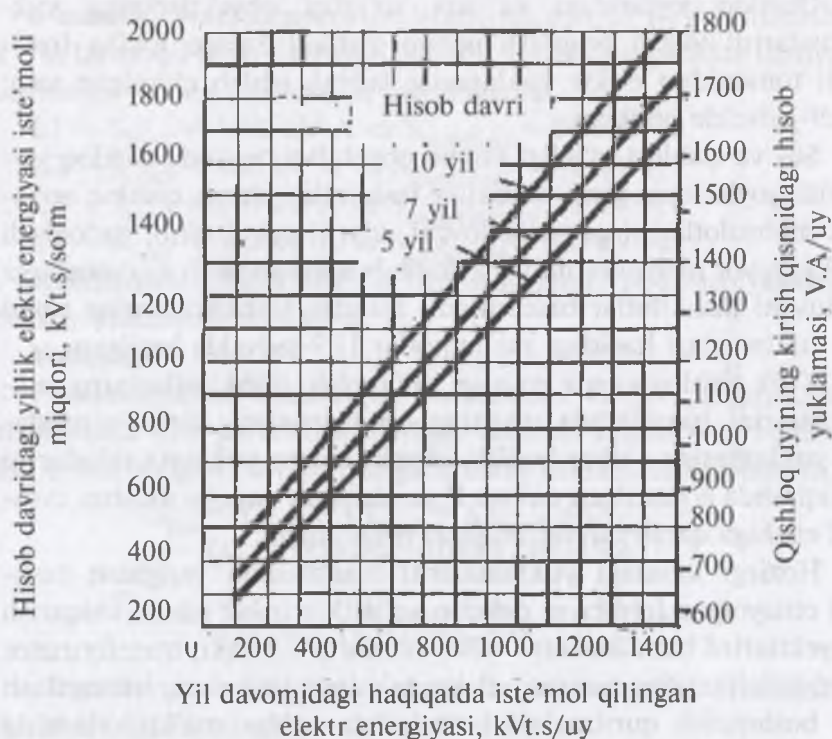
Yirik qishloq va suv xo'jaligi iste'molchi tashkilotlarining yuklamalarini hisoblashda ularning ish smenalari, kirish qismidagi yuklamasiga e'tibor berilib, obyekt uchun yuklama miqdorini aniqlashda o'rnatilgan quvvat P ga nisbatan qancha ulushni tashkil etishiga qarab quvvat miqdori belgilanadi.

Hozirgi kundagi yuklamalarni hisoblashda yangidan tashkil etilayotgan fermer va dehqon xo'jaliklarining ishlab chiqarish obyektlarini ham inobatga olish lozimdir. Chunki, transformator podstantsiyasining quvvati, elektr ta'minot liniyalari, himoyalash va boshqarish qurilmalarini tanlashda ushbu ma'lumotlarning ishonchliligi katta ahamiyat kasb etadi.

Hozirgi paytda qishloq aholi yashash joylari, madaniy va maishiy obyektlar, suvdan foydalanuvchilar uyushmasi, ishlab chiqarish korxonalaridagi barcha binolar markazlashgan tarmoq orqali elektr energiyasi bilan ta'minlanadi.

Ko'p yillik tadqiqot natijalariga ko'ra ushbu obyektlarda yil sayin elektr energiyasiga bo'lgan talab va ehtiyoj oritib bormoqda va bu holat kelajakda yanada o'sishi mumkin. Yangidan quriladigan va ayni paytda foydalanishda bo'lgan obyektlardagi elektr energiyasi iste'mol miqdorining ortib borishi maxsus tadqiqotlar natijalari asosida aniqlanadi va kelajak uchun rejalar tuziladi. Elektr energiyasining kelajakdagi o'sishini aniqlash uchun 7

yillik ehtimoliy grafiklar tuzilgan va ular asosida loyiha uchun ma'lumotlarni qabul qilish mumkin (11.14-rasm).



11.14-rasm. Loyihalash uchun qishloqdagi 1 ta xonadonga sarflanadigan elektr energiyasi ehtimoliy miqdorini aniqlash grafigi.

11.9-jadval

Suv xo'jalik obyektlari va qishloq joylaridagi iste'molchilarning yuklamalari

T.r.	Obyektlarning nomi	Yuklamasi, kVt.		Eslatma
		R_{kun}	R_{tun}	
1.	Temir-beton mahsulotlari zavodi	400	300	
2	Nasos qurilmasini ta'mirlash sexi	250	200	

3	Sug'orish nasos stansiyasi (4 nasosli)	800	850	
4	Asfalt-beton zavodi	400	300	
5	Ichimlik suvi korxonasi	40	30	
6	G'isht zavodi	500	200	
7	Sug'orish tizimi uchun nasos stansiyasi	100	70	
8	Ichimlik suvi nasos stansiyasi	30	30	
9	Drenaj sistemalari nasos qurilmasi	90	70	
10	Oqova suvlari nasos stansiyasi	40	30	
11	Muzqaymoq chiqarish sexi	50	50	
12	Yirik sovutish qurilmali omboxona	100	50	
13	Ma'danli suv zavodi	10	18	
14	Temir-beton mahsulotlari sexi	300	400	
15	Metall buyumlar ustaxonasi	30	10	
16	Yog'och buyumlarni ishlab chiqarish sexi	100	50	
17	Yaxna ichimliklar korxonasi	20	15	
18	Avtoservis	50	30	
19	Avtogaraj	30	14	
20	Sopol buyumlar zavodi	50	100	
21	Shag'al yuvish korxonasi	100	300	
22	Elektro nasosni ta'mirlash zavodi	50	40	
23	100 ta o'quvchi uchun maktab	50	40	
24	200 o'quvchi uchun o'rta maktab	10	20	
25	50 o'rinli bolalar bog'chasi va yasli	15	25	
26	70 o'rinli oshxona	15	25	
27	Aholi turar joylari (uylar)			
27.1	Bir xonali	0,7	1,0	
27.2	Bir xonali tabiiy gazli	0,6	0,7	
27.3	Ikki xonali	1,0	1,3	
27.4	Uch xonali	1,5	1,7	
27.5	To'rt xonali	1,7	2,1	
27.6	Ko'p xonali (2–3 qavat, 10–14 xonali)	2,5	3,5	

Qishloq joylaridagi ayrim ishlab chiqarish korxonalarining taxminiy yuklamalari (o'rnatilgan quvvat — $R_{o'rnat}$ ga nisbatan, kVt)

Tartib raqami	Korxonaning nomi	Smena soni	Kirishdagi hisob yuklamasi, kVt.		Quvvat koeffitsienti cosφ		Maksimal yuklamadan foydalanish vaqti
			Kunduzgi	Kechqurungi	Kunduzgi	Kechqurungi	
1	Tuman sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish kombinati	1	0,4R	0,1R	0,75	0,85	1800
		2	0,4R	0,4R	0,75	0,80	2800
2	Qishloq mashina-traktor parki	1	0,4R	0,1R	0,65	0,85	1600
		2	0,4R	0,3R	0,65	0,75	2700
3	Shirkat qurulish korxonasi	1	0,5R	0,1R	0,70	0,90	1800
4	Kommunal xo'jalik korxonasi	1	0,4R	0,2R	0,80	0,90	2000
5	Don qabul qilish korxonasi	1	0,6R	0,4R	0,70	0,80	1500
		3	0,6R	0,7R	0,70	0,75	3000
6	Tegirmon	1	0,7R	0,1R	0,80	0,95	1500
		2	0,6R	0,7R	0,80	0,85	2500
		3	0,6R	0,7R	0,80	0,85	3500
7	Non zavodi	3	0,4R	0,4R	0,70	0,70	3500
8	Sut mahsulotlarini ishlab chiqarish zavodi	1	0,5R	0,2R	0,75	0,85	2100
		2	0,4R	0,5R	0,75	0,80	3000
9	Konserva zavodi	3	0,5R	0,5R	0,65	0,70	2000
10	Spirt zavodi	1	0,6R	0,2R	0,70	0,90	1800
		2	0,5R	0,6R	0,75	0,80	2800

11	Go'sht mahsuloti korxonasi	2	0,4R	0,5R	0,75	0,80	2500
12	Ta'mirlash zavodi	3	0,3R	0,3R	0,70	0,75	2500
13	O'rmon xo'jaligi korxonasi	2	0,4R	0,4R	0,80	0,90	3000
14	G'isht zavodi	3	0,7R	0,4R	0,75	0,80	3000
15	Pivo zavodi	3	0,6R	0,6R	0,75	0,80	4000
16	Kulolchilik zavodi	2	0,5R	0,5R	0,75	0,80	2500
17	Tikuvchilik fabrikasi	3	0,5R	0,5R	0,65	0,65	3000
18	Konditer fabrikasi	3	0,5R	0,5R	0,65	0,65	2500

Yangidan quriladagin suv xo'jalik obyektlari, maktablar, kollej va akademik litseylar, aholi turar joylari, maishiy va boshqa obyektlarning elektr sistemalarini loyihalashda ayni paytda mavjud bo'lgan elektr jihozlarning o'rnatilgan quvvati asosida elektr yuklamalar hisoblanadi.

Elektr sistemalarning kelajak ehtimoliy rivojlanish hujjatlari-da esa 7 yil keyingi o'sishni inobatga olgan holda loyiha hujjatlari tayyorlanadi. Bunday loyihalar bir necha bosqichli loyihalar deyiladi. Masalan, biror-bir hudud uchun elektr sistema loyihalayotgan bo'lsa qurilish ketma-ketligi rejasiga ko'ra elektr sistemasining biror-bir bo'lagi (boshi, o'rtasi, oxiri yoki qo'shimcha qismi) loyihalanadi va quriladi. Undan keyingi davrda ikkinchi, uchinchi va oxirgi bosqichi quriladi. Har qanday loyiha va qurilish obyekti davlat tomonidan ishlab chiqilgan kelajak rivojlanish rejalariga ko'ra amalga oshiriladi.

Nazorat savollari:

1. Suv xo'jaligi obyektlari va qishloqlardagi energiya sarfini bi-lishning ahamiyati nimada?
2. Suv xo'jaligi obyektlari va qishloqlarni loyihalash uchun yuklamani hisoblashda nimalarga e'tibor qaratish lozim?

3. Suv xo'jaligi obyektlari va nasos stansiyalarining yuklamalarini hisoblashning qanday usullarini bilasiz?

4. Aholi turar joylari va uch fazali iste'molchilar ulangan tarmoqdagi asimmetrik rejimning yuzaga kelish sabablari nimada?

5. Elektr tarmog'idagi simmetrik rejim deganda nimani tushunish kerak?

6. Asinxron elektr dvigatel bilan jihozlangan nasos stansiyalarda elektr energiyasi isrofiga nimalar salbiy ta'sir ko'rsatadi?

7. Kuchlanishi 380 V li elektr tarmog'idagi iste'molchilarning yuklamasini hisoblashda qo'shiluvchi quvvat qancha qabul qilinadi?

8. Kuchlanishi 10 kV li liniyalardagi transformatorlarning quvvatini hisoblashda qo'shiluvchining quvvati qancha miqdorda olinadi?

9. Transformatorning quvvatini hisoblashda mavjud obyektlar bilan birga yana qanday obyektlardagi yuklamalar e'tiborga olinadi?

10. Qishloqdagi 1 ta xonadonga sarflanadigan elektr energiya-ning ehtimoliy miqdorini aniqlash loyihasida yuklamani grafik usulda hisoblash tartibi qanday?

12. ELEKTR ENERGIYASINING SIFAT KO'RSATKICHLARI VA ULARNI LOYIHALASHDA E'TIBORGA MOLIK JIHATLAR

Hozirgi kunda aholi yashash joylaridagi qishloq va suv xo'jaligi obyektlari, ishlab chiqarish korxonalari, suv ta'minot manbalari va boshqa obyektlarni elektrlashtirish to'la yakunlangan. Ammo yangi obyektlarning paydo bo'layotganligi, aholi jonboshining ortib borayotganligi, aholi turar joylari, korxonalarining jadal sur'atlarida yangi robotlashgan texnikalar bilan jihozlanayotganligi elektr energiyasining sifatiga jiddiy talablarni qo'ymoqda. Galdagi vazifalar qatorida eski, iqtisodiy tomondan zarar keltirayotgan, doimiy avariya holatlari yuz berib turuvchi, energiya isrofgarchiligi yuqori bo'lgan elektr ta'minot tizimlarini rekonstruksiya qilish, yangilariga almashtirib elektr energiyasining uzluksizligi va sifat ko'rsatkichlarini yaxshilash va yangi elektr iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlash muammolarining yechimi turibdi.

Elektr energiyasining sifatini yaxshilash dastavval elektr tarmoqlarini to'g'ri, puxta bajarilgan loyihalar asosida amalga oshirilishiga bog'liq. Odatda elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlariga kuchlanishning tushishi va ish rejimlarining buzilishiga olib keladi. Chunki elektr tarmog'idagi liniyaning me'yoriy ko'rsatkichlardan ortiq uzunligi, kuchlanishning tushishiga olib kelsa, tarmoqdagi elektr iste'molchilarning nomutanosib bo'lgan yuklamasi uch fazali transformatoridagi chulg'amlarning har xil yuklanishiga, turli darajada qizishiga va elektr energiyasi isrofining ortishiga olib keladi. Bunday noxush holatni yaxshilash uchun elektr tarmoqlarni zamonaviy talablar asosida to'g'ri loyihalash, o'tkazgichlar kesim yuzasini, transformator quvvatini to'g'ri tanlash va elektr yuklamalarini mutanosib va mos holatda ulash talab etiladi. Ushbu muammolar yangi loyihalarda o'z yechimini topishi kerak.

Zamonaviy rivojlanib va yangilanib borayotgan texnologik jayronlarda ishtirok etuvchi uskunalar yuqori aniqlikda to'xtovsiz

ish rejimida ishlashi bois, uzluksiz va sifatli elektr energiyasi bilan ta'minlanishini talab etadi.

Elektr energiyasining sifatiga baho berishda uni xarakterlovchi parametrlarga e'tiborni qaratish lozim. Ushbu parametrlarga elektr ta'minot tizimidagi chastota (f , G_s)ning va kuchlanish (U_n , V) ning o'zgarib turishini hamda elektr tizimlaridagi faza kuchlanishining asimmetriyasi va sinusoid egri chiziqlarining standart ko'rsatkichlardan og'ishini salbiy ta'sir etuvchi oqibatlar turkumiga kiritish mumkin.

Chastotaning juda oz o'zgarishlari ham elektr mashinalarining ishlashiga salbiy ta'sir etishi mumkin. Chastotaning juda katta o'zgarishlari (ikki martaga pasaysa) yoritish qurilmalaridagi nur oqimlari pulsatsiyasining ortishiga, nur taratishning pasayishiga olib kelib ko'rish organlariga sezilarli darajada salbiy ta'sir ko'rsatadi. Chastotaning bunday darajadagi o'zgarishini faqatgina yirik nosozlik bo'lgandagina kuzatish mumkin. Elektr tarmoqlaridagi mo'tadil sharoitlarda ham juda oz muddatdagi quvvat yetishmovchiligi yoki ortishi ham chastotaning pasayishiga sabab bo'lib bu hodisa elektr dvigatellar ish faoliyatini sezilarli darajada pasaytiradi.

Agar generatordagi yuklama va unda hosil qilinadigan tormozlash momentlari birlamchi motordagi yurgizish momentlaridan yuqori bo'lsa, ishlab chiqaruvchi generatorning agregatlari tormozlanib aylanish chastotasi kamayadi va unga bog'liq holda o'zgaruvchan tokdagi chastota ham pasayadi. Qachonki, generatordagi tormozlanish momentlarini vujudga keltiruvchi yuklamalar, birlamchi motordagi yurgizish momentlariga nisbatan kamaysa, ishlab chiqarish generatorining aylanish chastotasi orta boradi va unga bog'liq holda o'zgaruvchan tokdagi chastota ham rostlanadi.

Zamonaviy energiya tizimlaridagi birlamchi motorlar tezlikni avtomatik rostlovchi rostlagichlar bilan ta'minlanganligi bois o'zgaruvchan tok chastotasining ortishi ro'y bermaydi, ammo quvvat yetishmovchiligi sababidan elektr tarmog'idagi

chastota pasayishini boshqara olmaydi. Chastotaning ortishi yoki ayniqsa pasayishi elektr motorlar ishiga ta'sir ko'rsatadi. Chun-ki, chastotaning pasayishi elektr motorining statoridagi elektr yurituvchi kuch (e.yu.k.)ning kamayishiga proporsional bo'lib aylanish tezligi burchak chastotasiga tengdir. Aylanish chastotasi-ning pasayishi belgilangan yuklamada ishlovchi elektr motorining quvvatni oshirish maqsadida tarmoqdan qo'shimcha tokni olish-ga zarurat tug'dirib, ta'minot tarmog'idagi tok sarfining ortishi-ga hamda kuchlanish isrofi ortishiga sabab bo'ladi. Aktiv quv-vat o'zgarishidan tashqari chastotaning o'zgarishi reaktiv quvvat iste'moli ortishiga olib keladi. Shu bilan birga aylanuvchi mashi-nalardagi chastota o'zgarishi bilan ish tartibining o'zgarishi ular yordamida harakatlanayotgan texnologik jarayonda ishtirok etuv-chi ishchi mashinalarning ish sifatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi yoki ishdan to'xtashiga olib keladi.

Shunay qilib elektr energiyasining sifatini aniqlovchi ko'rsat-kichlardan biri sifatida elektr yurituvchi kuchning chastotasini olishimiz mumkin. Elektr uskunalardan foydalanish qoidalariga asosan standart ko'rsatkich sifatida 50 Gs chastota qabul qilin-gan. Chastotaning ruxsat etilgan og'ishi yirik energiya tizim-larida $\pm 0,1$ Gs ($\pm 0,2\%$); avtonom holatda ishlovchi yirik elek-tr iste'molchilarni elektr energiyasi bilan ta'minlovchi energiya tizimlari uchun $\pm 1\%$; quvvati 250 kVt gacha bo'lgan elektr stan-siyalar yoki kichik GES larda $\pm 4\%$; ko'chma va transport vosi-tasida harakatda bo'lgan kichik elektr stansiyalar uchun $\pm 10\%$ gacha ruxsat etilgan.

Kuchlanishning o'zgarishini elektr energiyasining sifatiga sal-biy ta'sir etuvchi ikkinchi faktor sifatida qabul qilishimiz mum-kin. Kuchlanishning belgilangan ko'rsatkichlardan pasayib ketishi yoritish qurilmalaridagi nur taratishning 3–4% gacha kamayishi-ga radio, televizor va sovitgichlarning ish maromi buzulishiga olib keladi. Isitish qurilmalaridagi o'tkazgichning kesim yuzasi-ga teng keluvchi quvvatning yetishmasligi natijasida elektr isitish qurilmalaridan ajralib chiquvchi issiqlik oqimining pasayishiga



ELEKTR TIZIMLARINI LOYIHALASH

TOSHPO'LATOV N.T.

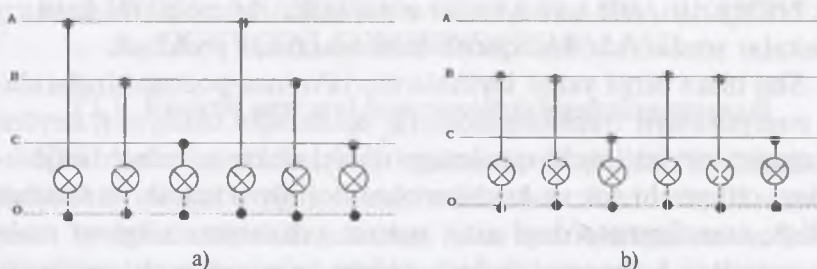
681
T#1

sabab bo'ladi. Shu bilan birga kuchlanishning pasayishi elektr motorlaridagi elektromagnit maydon momentining kamayishiga olib kelib rotorga ta'sir etuvchi kuch elektr toki hisobiga qoplanib, tarmoqdagi elektr toki isrofini orttiradi.

Kuchlanishning belgilangan me'yorlardan ortib ketishi noxush holat bo'lib uning bir qancha salbiy oqibatlari mavjud. Masalan, ishchi mashinaning ish muddati qisqaradi, shovqin bilan ishlaydi, muhofaza qobig'i teshiladi, yoritqichlardagi nur taratish normadan ortib ketib xizmat vaqti qisqaradi va kuyadi, barcha elektr xo'jalik uskunalarini tezroq ishdan chiqarib transformator podstantsiyasi ish muddatini kamaytiradi.

Standart kuchlanish sifatida qishloq joylari va suv xo'jaligidagi past kuchlanishli elektr ta'minot tarmoqlari uchun 220, 380 V, yuqori kuchlanishda 6, 10, 35, 110 kV kuchlanish darajasi qabul qilingan. Ushbu hududdagi elektr iste'molchilari uchun kuchlanishning standart ko'rsatkichdan o'zgarishi $\pm 5\%$ ayrim iste'molchilar uchun esa kuchlanishning o'zgaruvchanligi $+10$ dan -5% gacha mumkin deb ruxsat etilgan. Qishloq joylari va suv xo'jaligining uzoq cho'l, qir va adirlarida joylashgan elektr iste'molchilari uchun kuchlanishning o'zgarishi $\pm 7,5\%$ gacha mumkin deyilgan.

Asimmetrik rejim kuchlanishi 380 V (0,4 kV) elektr tarmoqlarida kuzatilishi mumkin. Asimmetrik rejim sifatida uch faza va nol simidan tashkil topuvchi qishloq joylaridagi elektr ta'minot tarmoqlaridagi yuklanishning nomutanosibligi natijasida (iste'molchilarning fazalar ketma-ketligini buzgan holda ulanishi) fazalararo yuklanganlikning keskin farqlanishiga aytiladi. Yuklanganlikning nomutanosibligi ta'minot transformatorining normal ish muhitiga, elektr ta'minot liniyasining faza simlaridagi kuchlanish isrofining ortib ketishiga, elektr motorlar ish maromining murakkablashuviga, boshqarish va himoya asbob-uskunalarining sezgirlik darajasiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Bu esa elektr ta'minot tarmoqlarida ruxsat etilgan isroflardan tashqari qo'shimcha isroflarning ortishiga ham olib keladi.



12.1-rasm. Elektr tarmog'ining simmetrik (a) va asimmetrik (b) ulanishi.

Hozirgi kunda qishloq va suv xo'jaligi elektr tarmoqlarida elektr energiyasining sifatini yaxshilash bo'yicha jadal sur'atlarda loyihalash va qayta qurish ishlari olib borilmoqda.

Loyihalarda asosan:

- kuchlanishning tushishini va isrofini kamaytirish;
- chastota o'zgarishini nazorat qilish va uni rostlash;
- elektr iste'molchilarni simmetrik rejimda ulash;
- kuchlanish va tok qiymatlarining mutanosibligini ta'minlash hamda sinusoida egri chiziqlarini garmonik o'zgarishlarini me'yorlash;
- aktiv quvvat koeffitsiyentini oshirish va reaktiv quvvatni kompensatsiyalash;
- tarmoqlarda aktiv va reaktiv quvvat iste'molchilarni mutanosib quvvatlarda ulanishini ta'minlash masalalariga e'tibor qaratiladi.

Loyihalarda, elektr ta'minoti tarmoqlarining uzunligi va solishtirma quvvatini me'yoriy ko'rsatkichlarga moslashtirish, liniyaning optimal uzunligi, o'tkazgichning kesim yuzasi, nominal tok va quvvat, ruxsat etilgan kuchlanish isrofi, iste'molchilardagi aktiv va reaktiv quvvat qiymatlarining mutanosibligi, maksimal yuklamadan foydalanish vaqti, elektr qurilmalaridagi foydali ish koeffitsienti, tarmoqlarni qisqa tutashuv va atmosfera yuqori kuchlanishlaridan himoyalash, zaxira manbani ulash, tarmoqni avtomatik qayta ulash, elektr tarmoqlarni masofadan va avtoma-

tik boshqarish, rele himoyasi va avtomatika, tarmoqlarni dasturiy vositalar yordamida boshqarish kabi masalalar yechiladi.

Shu bilan birga yangi loyihalarda, ta'minot podstantsiyalaridagi pasaytiruvchi transformatorning ikkilamchi chulg'ami neytral nuqtasini neytrallovchi qurilmaga ulash; elektr ta'minot liniyalariidagi chiquvchi tok va kuchlanishni doimiy o'lchash va tartibga solish; transformatoridagi aktiv quvvat yetishmovchiligi va reaktiv quvvatni kompensatsiyalash uchun ta'minot podstantsiyasiga kerakli kompensatorni hisoblab o'rnatish kabilar ko'zda tutilishi kerak.

Yuqoridagi barcha ko'rsatkichlar, elektr energiyasi sifatiga ta'sir etuvchi omillar bo'lib, ularni doimiy nazorat qilish energiya sifatining yaxshilanishiga olib keladi.

Kitobning keyingi bo'limlarida ham sifatni yaxshilash masalalariga yechimlar keltirilgan.

Nazorat savollari:

1. Elektr energiyasining sifat ko'rsatkichlariga nimalar kiradi?
2. Sinusoida garmonikasi nima sababdan o'zgaradi?
3. Qanday omillar chastotaning o'zgarishiga ta'sir ko'rsatadi?
4. Kuchlanishning tushishi nima?
5. Kuchlanishning tushishidan qanday elektr iste'molchilar zarar ko'radi?
6. Elektr tarmoqlarida kuchlanishni oshirishda qanday uskunalardan foydalaniladi?
7. Chastotani to'g'rilash qanday amalga oshiriladi?
8. Elektr tarmoqlarini yangi loyihalar asosida qurib sifatni qanday oshirish mumkin?
9. Elektromagnit oqimlari sifatga qanday ta'sir ko'rsatadi?
10. Elektr tarmog'idagi asimmetrik rejim nima va u qanday paydo bo'ladi?
11. Elektr tarmoqlarini simmetrik ulash va elektr energiyasi sifatini oshirishda loyihalash asosida qancha mablag' tejalishi mumkin?

13. LOYIHALANAYOTGAN OBYEKTlarda REAKTIV QUVVATNI KOMPENSATSIYALASH

13.1. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning maqsadi

Elektr ta'minot tizimlarini loyihalash va ulardan foydalanishda yechimini kutayotgan asosiy masalalar qatorida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash masalasi ham bor. Ayniqsa suv xo'jaligi obyektlari va nasos stansiyalaridagi yirik, o'rta va kichik quvvatli elektr dvigatellarning ishtiroki ushbu masalaga jiddiy yondashishni talab etadi.

Energiya tarmog'idan elektr iste'molchilarga katta miqdordagi reaktiv energiyani uzatishda, reaktiv energiyali yuklanishi va ta'minlovchi tarmoqlardagi qo'shimcha kuchlanish isrofi, qo'shimcha miqdordagi aktiv quvvat sarfi va elektr ta'minot sistemasining barcha elementlaridagi energiya isrofining ortishi hodisasi yuzaga kelishi sababli samarasiz hisoblanadi.

Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash bir vaqtning o'zida elektr energiyasi sifatining yaxshilanishigi va elektr uskunalar ish samaradorligining ortishiga va unga bog'liq holda elektr enegiya isrofining pasayishiga olib keladi.

Reaktiv energiya manbalarini joriy etish elektr energiya iste'moli maksimal paytdagi elektr energiya isrofining o'rtacha 0,081 kVt/kVAr ga pasaytirish imkonini beradi. Hozirgi kunda maksimal yuklama paytidagi reaktiv quvvatni kompensatsiyalash darajasi 0, 25 kVAr/kVt atrofida. Ushbu holat reaktiv quvvatni kompensatsiyalash ko'rsatkichi 0,6 kVAr/kVt ga nisbatan ancha past ko'rsatkichligidan dalolat berishi, iqtisodiy nuqtayi nazardan ma'qul emas. Shu sababli masalaning yechimi ulkan iqtisodiy samara beradi. Elektr energiyasini tejash maqsadida kuchlanishni o'zgartirish va reaktiv quvvatni kompensatsiyalashni bevosita elektr iste'molchilarning yonida amalga oshirish qulay.

2009-yil 22-avgustdagi O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi tomonidan «Elektr energiyasidan foydalanish qoida-

lari» haqidagi 245-qarori qabul qilindi. Unda, «Reaktiv energiya va quvvat o'rnini to'ldirish uchun chegirmalar (ustamalar) bitta hisobga olish nuqtasi bo'yicha 15 ming kVt soatdan ortiq bo'lgan sanoat iste'molchilari va ularga tenglashtirilgan iste'molchilar elektrlashtirilgan (elektr energiyasi bilan harakatlanadigan) temiryo'l, shahar transporti, qishloq xo'jaligi iste'molchilariga nisbatan amalga oshiriladi.

Bitta hisobga olish nuqtasi bo'yicha oylik elektr energiyasi iste'moli 15 ming kVt soatdan ortiq bo'lgan sanoat iste'molchilari va ularga tenglashtirilgan iste'molchilar elektrlashtirilgan (elektr energiyasi bilan yuradigan) temiryo'l, shahar transporti, qishloq xo'jaligi iste'molchilari bilan tuzilgan elektr ta'minoti shartnomasida hisob-kitoblar mavjud bo'lmaganda to'lov faqat haqiqatda amalda iste'mol qilingan reaktiv energiya uchun aktiv energiya bo'yicha amaldagi ta'rifning 5 foiziga teng narx bo'yicha qo'shilgan qiymat solig'isiz undiriladi.

Elektr tarmoqlarida kompensatsiyalash qurilmalarini tanlashda elektr iste'molchilarning yuklamasi va funksional xususiyatlaridan kelib chiqqan holda ularni ikki guruhga ajratish mumkin. 1-guruhga umumiy iste'molchilarni ta'minlash uchun foydalaniладigan tarmoqlarni (chastotasi 50 Gs o'zgarmas yuklamali va ish tartibiga ega bo'lgan iste'molchili tarmoqlar) kiradi.

2-guruhga o'ziga xos xususiyatga ega bo'lgan, yuklamasi doimiy o'zgarib turadigan, qisqa va tez-tez takrorlanuvchi ish tartibida ishlaydigan tarmoqlar kiritiladi.

Har ikkala toifa tarmoqlar uchun reaktiv quvvat kompensatorlarini tanlash hisobi turlicha.

Loyihalash jarayonida korxona yoki obyektning eng katta aktiv P_r va reaktiv quvvat Q_p miqdori aniqlanadi.

Kompensatsiyalovchi qurilma (KQ)ning quvvatini aniqlash uchun korxonaning eng katta qiymatdagi reaktiv yuklamasini aniqlash talab etiladi va u quyidagi formuladan topiladi:

$$Q_{m1} = K_{n.k.} \cdot Q_p \quad 13.1$$

Bu yerda, $K_{n,k}$ — nomutanosiblik koeffitsienti.

Ushbu koeffitsient energosistemadagi unchalik katta bo'lmagan aktiv yuklamaning vaqt bo'yicha korxonadagi reaktiv yuklamaga mos tushmasligini e'tiborga olish uchun ishlatiladi. Butun energosistema uchun $K_{n,k}$ ishlab chiqarish tarmog'ini e'tiborga olgan holda tanaladi. Masalan:

Suv xo'jaligi, nasos stansiyalari	0,75
Yog'ochni qayta ishlash sanoati uchun	0,8
Ko'mir, gaz, mashinasozlik va metalni qayta ishlash	0,85
Qora va rangli metallurgiya, kimyo, neft qazib chiqarish, oziq-ovqat, qurilish materiallari, qog'oz sanoati uchun	0,9
Neftni qayta ishlash, tekstil sanoati	0,95

Elektr sistemadagi kiruvchi quvvatni aniqlash uchun korxona tomonidan eng katta umumiy reaktiv Q_{m1} va aktiv P_r quvvat haqidagi ma'lumot taqdim etilishi shart. Ushbu ma'lumot energiya sistemadagi eng katta va eng kichik aktiv quvvat R_{r1} va R_{r2} va reaktiv Q_{e1} va Q_{e2} quvvat miqdorini aniqlashda asqotadi.

Kirish qismidagi reaktiv quvvat Q_{e1} ga asosan korxonadagi kompensatsiyalovchi qurilmaning yig'indi quvvati aniqlanadi, Q_{e2} ga ko'ra esa boshqariladigan qismi olinadi.

Q_{k1} ga ko'ra korxona va energosistema tok bo'linish chegarasidagi eng katta aktiv quvvat yuklamasi bo'yicha K_Q ning yig'indi quvvati aniqlanadi. U quyidagi formuladan topilishi mumkin:

$$Q_{k1} = K_{m1} \cdot Q_{e1}$$

Yirik suv xo'jaligi obyektlari, korxonalar va nasos stansiyalaridagi umumiy quvvati 750 kVA gacha bo'lganda KQ ning quvvati Q_{k1} energiya ta'minot korxonasi tomonidan belgilab beriladi va u loyihalash hujjatlari uchun bajarilishi majburiy bo'lgan ko'rsatma vazifasini o'taydi.

Elektr iste'molchilarni ulashda, «Texnik shart»ni bergan elektr ta'minot tashkiloti bilan kelishgan holda KQ quvvatini Q_{k1} ga

nisbatan katta qabul qilishga ruxsat etiladi. Ushbu holat elektr sistemasiga sarflangan xarajatlarni oqlashi shart.

O'ziga xos yuklamaga ega bo'lgan korxonalarda reaktiv quvvatni kompensatsiyalash qurilmalari energiya ta'minoti va elektr iste'molchining tok taqsimlanish chegaralarida talab etiladigan darajadagi elektr energiya sifatini ta'minlay olishi kerak. Faqat alohida tarmoqdan ta'minlanuvchi iste'molchilar uchungi-na sifat ko'rsatkichlarining o'zgarishiga ruxsat etiladi va u ushbu tarmoqdan ta'minlanuvchi qo'shni elektr iste'molchilar ishiga ta'sir etmasligi shart. Umumiy ta'minlanish tarmoqlaridagi reaktiv quvvatni kompensatsiyalash vositalari sifatida past va yuqori kuchlanishli kondensator batareya (PKKB, YuKKB)lari, sinxron dvigatellar ishlatiladi. Maxsus yuklamadan iborat tarmoqlarda — kuch rezonans filtrlari (filtr kompensator qurilmalar), simmetrlashtiruvchi qurilmalar, filtr simmetrlovchi qurilmalar, dinamik va statik reaktiv quvvat kompensatsiya qurilmalari, tez harakatlanuvchi boshqaruv sistemali va maxsus tez harakatlanuvchi sinxron kompensatorlar ishlatiladi.

13.2. Past kuchlanishli elektr tarmoqlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash

Kuchlanishi 1 kV (1000 V)gacha bo'lgan suv xo'jalik obyektlaridagi elektr iste'molchilarning katta ulushini reaktiv quvvat iste'molchilari tashkil etadi. Past kuchlanish tarmoqlaridagi quvvat koeffitsientining aktiv tashkil etuvchisi aksariyat hollarda 0,8 dan oshmaydi. Qishloq joylaridagi va suv xo'jalik obyektlaridagi elektr iste'molchilar elektr ta'minot manbaidan uzoqda va tarqoq joylashganligi bois reaktiv quvvatni uzatish uchun elektr o'tkazgichlar kesimini va transformator quvvatini kattaroq olishni talab etadi. Bunday holat aktiv va reaktiv energiya isofining ortishiga olib keladi. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun past kuchlanishli tarmoqqa kuchlanishga mos kompensatsiyalovchi qurilmalarni joriy etish kifoya. Kuchlanishi 380 V li tarmoqlardagi reaktiv quvvat manbalari sifatida past kuchlanishli sinxron generatorlar va

kondensatorlar ulanadi. Reaktiv quvvatning yetishmaydigan qismi (kompensatsiyalanmagan reaktiv quvvat) esa yuqori kuchlanishli tarmoqdan oqib keluvchi reaktiv quvvati $Q_{\max.T.}$ orqali to'ldiriladi.

Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash bo'yicha masalalarni yechishda, past va yuqori kuchlanishli reaktiv quvvat manbalari orasidagi farqqa jidiy e'tibor berish talab etiladi. Bunda elektr energiyasining isrofi masalasi muhim hisoblanadi. Chunki yuqori kuchlanishdan past kuchlanish tarmog'iga $Q_{\max.T.}$ miqdordagi elektr energiyani uzatishda, reaktiv quvvat bilan yuklanuvchi transformatorlarda elektr energiyasi isrofining ortishi yuzaga keladi va u tannarxning qimmatlashuviga olib keladi [3].

Samarali quvvatdagi past kuchlanish kondensator batareyalari bilan birga past kuchlanishli transformatorlarni tanlash maqsadga muvofiq.

13.1-jadval

Quvvati o'zgarmas bo'lgan kondensator qurilmalari haqidagi ma'lumotlar

Tipi	Nominal quvvati, kVAr	O'lchamlari			Mas-sasi, kG
		uzunligi	eni	bo'yi	
UK-038-75UZ	75	700	560	1260	150
UK-0,38-150UZ	150	700	560	1660	245
UKB-0,38-150UZ	150	580	460	1200	200
UKB-0,38-300UZ	300	580	460	1990	440

Eslatma: UK — kondensatr qurilmasi (установка), UZ — yopiq (закрытый) o'rnatish uchun, B — shkafsiz o'rnatish uchun.

13.2-jadval

Kuchlanishi 0,38 kV li kuchlanishi o'zgartiriladigan kondensator qurilmalar haqidagi ma'lumotlar

Tipi	Nominal quvvati, kVAr	O'lchamlari			Mas-sasi, kG
		uzunligi	eni	bo'yi	
UKN-0,38-75UZ	75	700	560	1260	175
UKT-0,38-75UZ	75	700	560	1260	175

UKT-0,38-108UZ	108	700	560	1660	300
UKN-0,38-150UZ	150	700	560	1660	300
UKT-0,38-150UZ	150	700	560	1660	300
UKL(P) N-0,38-216-108UZ	216	1920	530	1660	610
UKL(P) N-0,38-324-108UZ	324	2690	530	1660	875
UKL(P) N-0,38-432-108UZ	432	3320	530	1660	1145
UKL(P) -0,38-300-150UZ	300	1920	530	1660	612
UKL(P) -0,38-450-150UZ	450	2620	530	1660	880
UKL(P) N-0,38-600-150UZ	600	3320	530	1660	1150
UKL(P) N-0,38-108-36UZ	108	1220	560	1660	335
UKL(P) N-0,38-216-36UZ	216	1920	560	1660	575
UKL(P) N-0,38-150-50UZ	150	1220	560	1660	335
UKL(P) N-0,38-300-50UZ	300	1920	560	1660	575

Eslatma: UK – kondensator qurilmasi, L(P) – kirish yacheykalari chapda (o'ngda) joylashgan, N, T – boshqarish parametrlari tok (kuchlanish). UZ – yopiq o'rnatish uchun.

Past kuchlanishli kondensatr batareyalarining quvvatini hisoblash natijalarini standart ko'rsatkichdagi quvvatga moslab kondensator batareyasi tanlanadi. Bunday qaror qabul qilishdan maqsad reaktiv quvvat ehtiyojini kamaytirish hisobiga past kuchlanish tarmog'ida keltirilgan xarajatlarni qisqartirishdir.

Agar tarqatish tarmoqlari faqat kabel liniyalaridan iborat bo'lsa, kompensatsiyalovchi kondensator qurilmalarini bevosita pasaytiruvchi transformator podstansiyasining past kuchlanish qismiga ulash tavsiya etiladi. Transformatorning chiqish qismidan ikki va undan ortiq shina o'tkazgichlar ulanadigan bo'lsa, ularning har biriga bittadan past kuchlanishli kondensator batareyasi ulanadi.

Batareyalarning umumiy hisob quvvati $Q_{p.k.}$ shina o'tkazgichlar o'rtasida umumiy yuklamaga nisbatan teng proporsional taqsimlanadi.

Birlamchi quvvati 400 kVAr gacha bo'lgan kompensatsiyalovchi kondensator qurilmalar (KKQ) magistral shina o'tkazgichli sxemalar uchun qo'shimcha o'chirish qurilmalarisiz ulanadi

(KKQ o'chirish uskunalari bilan ta'minlangan bo'ladi). Quvvati 400 kVAr dan yuqori bo'lgan KKQ lari «Elektr uskunalardan foydalanish qoidalariga» asosan tarmoqdan ajratuvchi qurilmalar vositasida ulanishi shart.

Quvvati 400 kVAr dan yuqori bo'lgan KKQ lar iste'molchi podstantsiyaning shinalariga ulanadi va podstantsiya o'chirish qurilmasi bilan butlangan bo'lishi shart.

Yagona shina o'tkazgichga ega bo'lgan tarmoqda ikkitagacha o'zaro quvvati yaqin bo'lgan KKQ larni ulash tavsiya etiladi.

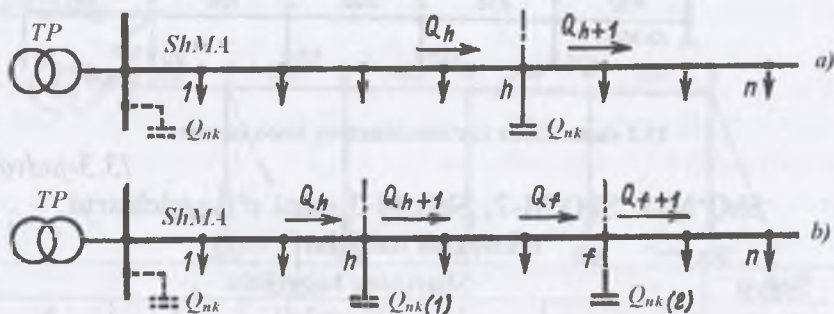
$$(Q_{p.k} = Q_{p.k1} + Q_{p.k2})$$

Agar shina o'tkazgichning asosiy reaktiv yuklamasi uning ikkinchi yarmiga ulangan bo'lsa bitta past kuchlanishli batareya o'rnatiladi.

Ulanish nuqtasi quyidagi shartga ko'ra belgilanadi:

$$Q_h \geq Q_{p.k} / 2 \geq Q_{h+1} \quad 13.2$$

Bu yerda, Q_h , Q_{h+1} — shina o'tkazgichning h nuqtagacha va undan keyingi nuqtadagi eng katta reaktiv yuklamasi (13.1-rasm).



13.1-rasm. Past kuchlanishli kondensator batareyalarini magistral shina o'tkazgichga ulanishi: a) bitta past kuchlanishli kondensator batareyasi (PKKQ); b) ikkita PKKQ.

Ikkita PKKQ bitta shina o'tkazgichga ulanganda ulanish nuqtasi quyidagi talab bajarilishiga e'tibor qilinadi:

— uzoqdagi PKKQ ulanish nuqtasi 13.1-b rasmga ko'ra:

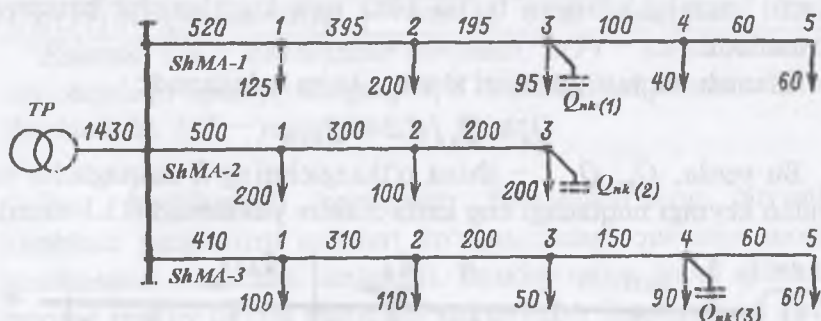
$$Q_f \geq Q_{p.k.uz} \geq Q_{f+1} \quad 13.3$$

– transformatorga yaqin PKKQ ulanish nuqtasi 13.1-b rasmsga ko'ra:

$$Q_h - Q_{p.k.uz} \geq Q_{p.k.yaq} / 2 \geq Q_{h+1} - Q_{p.k.uz} \quad 13.4$$

1-masala. Elektr iste'molchilarning yuklamasi kilo Volt Amper reaktiv (kVAr)da 13.2-rasmda berilgan. Transformatorning umumiy reaktiv hisob yuklamasi $Q_r = 1550$ kVAr. Kondensatorlarning umumiy quvvati $Q_{p.k} = 800$ kVAr (300+300+200). Har bir shina o'tkazgichga bittadan KKQ ni o'rnatish nazarda tutilgan.

ShMA-1, ShMA-2, ShMA-3 magistral shina o'tkazgichlar uchun kompensatsiyalovchi kondensator qurilmalarining ulanish o'rnini toping.



13.2-rasm. Elektr iste'molchilarning hisob sxemasi.

13.3-jadval

ShO'M-1, ShO'M-2, ShO'M-3 shina o'tkazgichlarni tekshirish natijalari

Tugun	Shartning bajarilishi				
	1	1	3	4	5
ShO'M-1	520 > 300/2 < 195 bajarilmaydi	395 > 150 < 195 bajarilmaydi	195 > 150 > 100 bajariladi	100 < 150 > 60 bajarilmaydi	60 < 150 > 0 bajarilmaydi
ShO'M-2	500 > 150 < 300 bajarilmaydi	300 > 150 < 300 bajarilmaydi	200 > 150 > 0 bajariladi	—	—

ShO'M-3	430>220/2< 310 bajaril- maydi	300>100< 200 bajaril- maydi	200>100< 150 baja- rilmaydi	150>100> 60 baja- riladi	60<100> 0 baja- rilmaydi
---------	-------------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	--------------------------------	--------------------------------

Yechilishi:

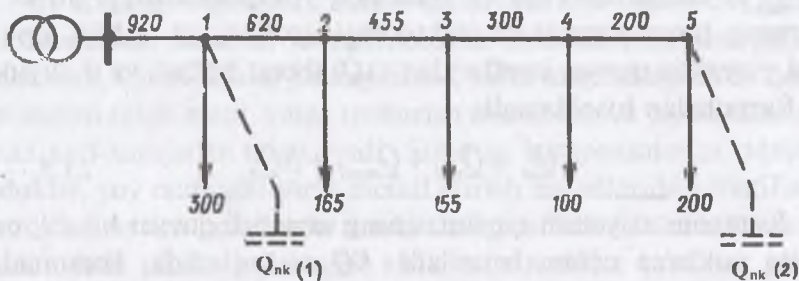
1. 13.2-formula talabi asosida KKQ larni shina o'tkazgichga ulash o'rnini aniqlaymiz va natijalarni 13.2-jadvalga kiritamiz.

Jadvalning tahlili KKQ larni 13.2-rasm elektr sxemasidagi shina o'tkazgichlar magistrali (ShO'M)ning quyidagi bo'limlar-
ga ulash mumkinligini ko'rsatadi. KKQ ni ShO'M-1 ning 3 tu-
guniga, ShO'M-2 ning 3-tuguniga, ShO'M-3 ning 4-tuguniga
ulash tavsiya etiladi.

2-masala. Shina o'tkazgichlar magistrali (ShO'M) oralig'idagi reaktiv yuklama ShO'M-1600 kVar va KKQ ni o'rnatgunga qa-
dar 13.3-rasmdagidek taqsimlangan edi.

Transformatorning yig'indi reaktiv quvvati $Q_r = 920 \text{ kVar}$.
KKQ ning hisob quvvati $Q_{n.k.} = 700 \text{ kVar}$ (300 va 400 kVar).

KKQ ning shina o'tkazgichlar magistraliga ulanish o'rnini aniqlang.



13.3-rasm. KKQni elektr tarmog'iga ulash sxemasi (2-masala uchun).

Yechilishi:

1. 13.3-rasm asosida, KKQ ning eng uzoqda joylashgan o'rnini aniqlaymiz: 4-tugun, $300 > 200 \geq 200$ – talab qanoatlantiriladi.

5-tugun, $200 \geq 200 > 0$ – talab bajariladi.

Shunga ko'ra, quvvati 400 kVAr bo'lgan kompensatsiyalovchi kondensator qurilmalar (KKQ)ni 4 yoki 5-tugun ulash mumkin. KKQ ni qaysi tugunga ulash haqidagi qaror konstruktiv talablar asosida texnik tomondan yechiladi.

2. 13.4-tenglama asosida KKQni transformatorga yaqin bo'lgan ulanish o'rnini aniqlaymiz:

1-tugun, $520 > 150 < 220$ — talab bajarilmaydi;

2-tugun, $220 > 150 > 55$ — talab bajariladi;

3-tugun, $155 > 150 > 100$ — talab bajariladi;

4-tugun, $100 < 150 < 200$ — talab bajarilmaydi.

Shunga mos ravishda KKQ 2- yoki 3-tugunga ulanishi mumkin.

13.3. Kuchlanishi 6–10 kv li tarmoqlarda reaktiv quvvatni kompensatsiyalash

Kuchlanishi 6–10 kV li suv xo'jaligi va ishlab chiqarish korxonalari ulangan tarmoqlardagi hisobiy reaktiv quvvat Q_{ul} (reaktiv ulanish): kuchlanishi 6–10 kV li elektr iste'molchilar hisobiy quvvati $Q_{r.ul}$ dan, quvvati kompensatsiyalanmagan ($Q_{max.T}$) kuchlanishi 0,4 kV li tarmoq yuklamasidan, 6–10 kV li tarmoq, transformator va reaktordagi isroflaridan tashkil topuvchi — reaktiv quvvat isroflaridan (ΔQ) iborat bo'ladi va u quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$Q_{ul} = Q_{r.ul} + Q_{max.T} + \Delta Q, \quad 13.5$$

Kompensatsiyalash qurilmasining samarali quvvat hisobi, eng katta yuklama uchun bajariladi. KQ ni tanlashda, korxonadagi liniyalarning uzunligi uncha katta bo'lmagan deb hisoblanadi va reaktiv quvvat kompensatorlari sifatida 4 xil kompensatsiyalash qurilmalari tanlanishi mumkin. Bularga: kuchlanishi 6–10 kV li sinxron dvigatellar (Q_{SD}), sinxron kompensatorlar (Q_{SK}), issiqlik elektr markazining sinxron generatori ($Q_{SD.IEM}$), energotizim (Q_{ETI}), yuqori kuchlanishli kondensator batareyalari (Q_{ulK}) (13.4-rasm).



13.4-rasm. Elektr tarmog'ining reaktiv quvvatini kompensatsiyalash qurilmasi.

6–10 kV kuchlanishli tarmoqdagi reaktiv quvvat balansi quyidagicha ifodalanadi:

$$Q_{ul} = Q_{CD} - Q_{CK} - Q_{CDIEM} - Q_{il.K} - Q_{EI} = 0, \quad 13.6$$

Kirish reaktiv quvvati Q_{EI} ning qiymati, iqtisodiy samarali quvvat sifatida energiya tizimi tomonidan belgilab beriladi va iste'molchi korxona energiya tizimining maksimal ish rejimida ushbu ko'rsatkichni inobatga olish talab etiladi.

Suv xo'jaligi obyektlari, nasos stansiyalari va ishlab chiqarish korxonalarida, sinxron kompensatorlar kamdan-kam holatlarda ishlatiladi. Chunki, ular juda qimmat, katta miqdordagi aktiv quvvat sarfini talab etadi, ishga tushurish murakkab va foydalanishda katta sarf-xarajatlar talab etadi. Sinxron kompensatorlar odatda induktiv, yoy razryadli yirik metall etirish zavodlarida ishlatilishi mumkin. Ayrim holatlarda markazlashgan elektr ta'minot manbaidan juda olisda joylashgan yirik tuman elektr ta'minot podstansiyalarida o'rnatish iqtisodiy samara berishi mumkin. Sinxron kompensatorning asosiy ustunlik tomoni, kuchlanishni avtomatik tarzda ravan va tez o'zgartirishidir. Sinxron kompensatorlar (SK) dan foydalanishda, boshqariladigan yirik kondensator batareyalarini qo'llash varianti bilan solishtirish samaradorlikni baholash imkonini berishi mumkin. Odatda kodensator batareyalari (KB) yordamida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash yuklamasi o'zgar-

tiriladigan transformatorlarni yuklama ostida boshqarish oralig'i (diapazoni)ning kichrayishi yoki yuklama ostida quvvati o'zgara-digan boshqarishli transformatorlardan butkul voz kechishga olib keladi.

Korxonani qaytadan qurish, yangidan barpo etish loyihala-rida SK larni tanlash korxonada mavjud bo'lgan yoki texnologik jarayon talablari asosida o'rnatiladigan sinxron dvigatel (SD) lar, kompensatorlar va kondensator batareyalarining quvva-ti va kompensatsiyalash qobiliyati inobatga olinishi shart. Ush-bu ko'rsatkichlar texnik iqtisodiy hisoblashlarda samaradorlikni baholovchi ko'rsatkich vazifasini o'taydi va mavjud uskunalar-ning reaktiv quvvatni kompensatsiyalash uchun to'liq ishlatilishi-ni taqozo etadi. Bunday yechim mablag' tanqisligi tufayli bosh-qa turdagi kompensatsiyalash qurilmalarini sotib olish imkoniyati chegaralangandagina asqotadi.

Reaktiv quvvatni iste'mol qilish joyida KB larni o'rnatish, nasos stansiyalari, korxonalar va suv xo'jalik obyektlari qara-mog'ida bo'lgan generatorlar yordamida ishlab chiqarilgan reak-tiv quvvatdan foydalanish, ta'minot liniyalarining kesimi va soniga sarflanadigan xarajatlar, mavjud bo'lgan yoki yangidan o'rnatiladigan transformatorlar soni va tarmoqning boshqa xa-rajatlari hamda reaktiv quvvatni generatordan uzatishga nisba-tan iqtisodiy samarador bo'lgandagina qo'llash maqsadga mu-vofiqdir.

U yoki bu variantni tanlash texnik-iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichlariga asosan qabul qilinadi.

Sinxron dvigatel tomonidan ishlab chiqarilgan reaktiv quvvatni aniqlash

Korxonadagi har qanday sinxron dvigatel reaktiv quvvat manbai bo'la oladi. Sinxron dvigatel tomonidan chiqariladigan quvvatni quyidagi formula vositasida ifodalash mumkin:

$$Q_{CD} = P_{nom.CD} \cdot K_{CD} \cdot tg\varphi_{nom}, \quad 13.7$$

Bu yerda, R_{nomSD} – dvigatelning nominal aktiv quvvati; K_{SD} – aktiv quvvat bo'yicha yuklanish koeffitsienti; $\text{tg}\varphi_{\text{nom}}$ – nominal reaktiv quvvat koeffitsienti.

Sinxron dvigatellar tomonidan ishlab chiqarilgan reaktiv quvvat kondensator batareyalari tomonidan ishlab chiqarilgan har bir kVAr quvvatga nisbatan kattaroq quvvat isrofiga ega. Shu bilan birga agar korxonada sinxron dvigatellar o'rnatilgan bo'lsa, undan reaktiv quvvatni kompensatsiyalash (RQK) maqsadida maksimal darajada foydalanishda ko'zlangan maqsadga erishish mumkin. Shu sababli kuchlanishi 6–10 kV li tarmoqlarda RQK uchun sinxron dvigatellardan maksimal miqdorda kompensatsiyalovchi vosita sifatida qarash mumkin, agar $K_{\text{SD}} < 1$ bo'lsa.

Agar SD ning nominal aktiv quvvati 13.4-jadvalda ko'rsatilgan qiymatdan yuqori bo'lsa SD tomonidan chiqariladigan reaktiv quvvatdan to'liq foydalanish kerak va u quyidagi formuladan topilishi mumkin:

$$Q_{\text{SD},v} = \alpha_m \cdot \sqrt{P_{\text{nom},SD}^2 + Q_{\text{nom},SD}^2}, \quad 13.8$$

Bu yerda, α_m – SD ning ruxsat etilgan yuklanish koeffitsienti (13.5-rasm nomogrammadan olinadi). $Q_{\text{nom},SD}$ – SD ning nominal reaktiv quvvati, kVAr.

13.5-jadvalda keltirilgan qiymatdagi reaktiv quvvatdan past quvvatga ega bo'lgan SD lar uchun iqtisodiy maqsadga muvofiq bo'lgan quvvatni aniqlashda quyidagi formuladan foydalanish tavsiya etiladi:

$$Q_{\text{SD},e} = Q_{\text{nom},SD} \left(Z_{ul} \cdot Q_{\text{nom},SD} - D1 \cdot S_{r.p.} \right) / \left(2D2 \cdot S_{r.p.} \right) \quad 13.9$$

Bu yerda, D_1 va D_2 – SD ning nominal quvvatdagi isroflari miqdori (lug'atdagi katalogdan olinadi), $S_{r.p.}$ – isroflarning hisobiy qiymati (13.6-jadval).

13.4-jadval

Talab etiladigan reaktiv quvvatni ta'minlovchi SD larning nominal quvvatlari

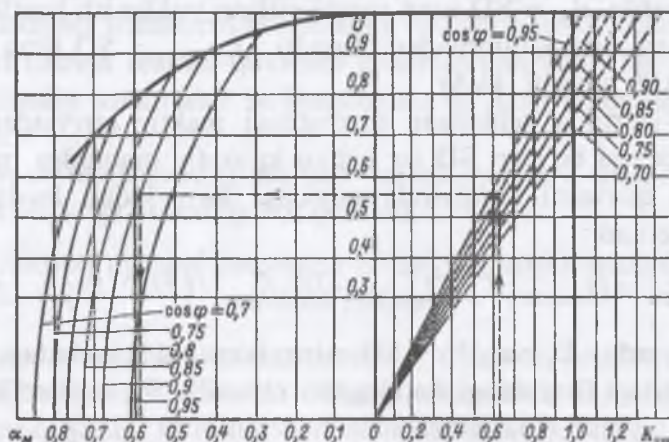
Energiya tizimi	Ish smena soni	SD ning nominal aktiv quvvati, kVt, (aylanish tezligiga bog'liq holda, ayl/min)							
		3000	1000	750	600	500	375	300	250
Markaziy Osiyo	1	1000	1000	1600	1600	1600	2000	2000	2500
	2	2500	5000	6300	5000	6300	—	—	—
	3	2500	5000	6300	5000	6300	—	—	—

13.5-jadval

Isroflarning hisobiy qiymati $Sr.p.$

Energiya tizimi	Ish smena soni	Elektr energiyasi isrofining hisob qiymati $S_{h.q.}$, so'm/kVt.	Solishtirma isroflarning hisobiy koeffitsienti K_{rl}
Markaziy Osiyo	1	400	19
	2	420	19
	3	420	16

Agar: $Q_{SD,e} < Q_{SD}$ bo'lsa $Q_{SD,e} = Q_{SD}$ qabul qilinadi.



13.5-rasm. SD ning aktiv quvvat bo'yicha yuklanish koeffitsienti nominal qo'zg'alish tokiga bog'liq holda reaktiv quvvat miqdorini aniqlash nomogrammasi.

13.4. Energiya sistema maksimal yuklangan payti uchun korxonadagi kompensatsiya qurilmalari quvvatini aniqlash

Suv xo'jaligi obyektlari va korxonalaridagi barcha kompensatsiyalovchi qurilmalarning quvvati ($Q_{k\Sigma}$): korxonaning maksimal reaktiv quvvati (Q_p) dan va energiya ta'minot tizimidan kiruvchi (energiya sistema tomonidan olinadigan) reaktiv quvvat (Q_e)lar yig'indisidan tashkil topadi.

Shu sababli korxonadagi barcha reaktiv energiya manbalari (sinxron generatorlar, kompensatorlar, dvigatellar, kondensator batareyalari) quvvatini quyidagi balansni belgilovchi formuladan hisoblanadi:

$$Q_{k\Sigma} = Q_r - Q_{el} \quad 13.10$$

Korxonaning elektr ta'minot tizimida quvvati $Q_{k\Sigma}$ bo'lgan kompensatsiyalovchi qurilmalar mavjud bo'lsa energiya sistemadagi maksimal yuklanganlik soatlaridagi reaktiv quvvat balansi ta'minlanishi mumkin.

Elektr ta'minot sistemalarini loyihalashda birinchi navbatda korxonada mavjud bo'lgan sinxron dvigatellar tomonidan ishlab chiqariladigan reaktiv quvvat miqdori e'tiborga olinadi. Bunda, reaktiv quvvatni ishlab chiqarish uchun sinxron dvigatelning qo'zg'atish tizimi avtomatik boshqariladigan bo'lishi shart. Agar elektr iste'molchi obyektidagi sinxron dvigatel tomonidan ishlab chiqariladigan reaktiv quvvat yetarli bo'lmasa, yuqori kuchlanish tomonidagi tarmoqqa, qo'shimcha qilib kondensator batareyalari ham o'rnatilishi kerak bo'ladi.

Yuqori kuchlanishli kondensator batareya (YuKKB)lari quvvatini aniqlash

Har bir elektr iste'molchi obyekt yoki korxonadagi transformatorning yuqori 6–10 kV kuchlanishli tomon uchun kompensatsiyalanmagan reaktiv yuklama miqdori aniqlanadi. Uni quyidagi formuladan topish mumkin:

$$Q_{ns.T.} = Q_{r.T.} - Q_{nk.f.} + \Delta Q_T. \quad 13.11$$

**Kuchlanish transformatorlaridagi reaktiv quvvat va yuklanish
koeffitsientiga bog'liq holdagi umumiy isroflar**

Transformatorning nominal quvvati, kV·A	Transformatorning umumiy reaktiv quvvat isroflari (Kz), kVAr					
	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
400	13	15	18	20	23	26
630	20	23	28	33	39	45
1000	28	34	41	49	58	69
1600	41	51	62	75	90	107
2500	62	79	99	121	146	175

Tarqatish qurilmasi (TQ) va bosh tarqatish qurilmasi (BTQ) dagi kompensatsiyalanmagan reaktiv yuklama $Q_{ns.v}$ obyektidagi transformator va boshqa iste'molchilarning umumiyreaktiv quvvat yig'indisi ko'rinishida qabul qilinadi.

Elektr iste'molchi obyekti yoki korxonadagi yuqori kuchlanishli kondensator batareyalarining umumiy hisob quvvati umumiy reaktiv quvvat balansi miqoriga qarab qabul qilinadi:

$$Q_{yuk.k.} = \sum_{i=1}^n Q_{r.yu.i.} - Q_{SD.r.} - Q_{el.} \quad 13.12$$

Bu yerda, $Q_{r.yu.i.}$ — 6–10 kV kuchlanishli i — tarqatish qurilmasi (TQ) shinalaridagi hisobiy reaktiv yuklama; $Q_{SD.r.}$ — sinxron dvigatelning quvvati; n — iste'molchi obyektidagi TQ yoki TP lar soni; $Q_{el.}$ — energiya tizimi tomonidan 6–10 kV kuchlanish tomonidagi kiruvchi reaktiv quvvat.

Agar energiya ta'minot sistemasi tomonidan kiruvchi reaktiv quvvat 35 kV va undan yuqori kuchlanishli bo'g'inida berilsa, energo sistema bilan bog'liqlikda bo'lgan transformatorlardagi isrof ham e'tiborga olinishi kerak.

Agar yuqori kuchlanish kondensatorning quvvati nolga teng bo'lsa ($Q_{yuk.k.} < 0$), elektr iste'molchi uskunalarini ulash uchun

texnik shartni bergan energiya tizim tashkiloti bilan kelishgan holda kirish qismi qiymati qabul qilinadi.

Alohida yuqori kuchlanishli kompensatsiyalovchi kondensator batareyalarini tarqatish qurilma (TQ)larida o'rnatish tavsiya etiladi. Buning uchun TQ larda ushbu uskunalarni ulash uchun texnik imkoniyat bo'lishi kerak. Yuqori kuchlanishli kondensator batareyalarining umumiy quvvatini transformator punktlari va tarqatish shitlariga teng taqsimlab chiqiladi va kompensatsiyalanmagan 6–10 kV tarmoqlardagi reaktiv yuklama uchun standart quvvatli kompensatsiyalovchi kondensator qurilmalarining standart quvvatlisi tanlab olinadi.

Tarqatish qurilmasining har bir seksiyasiga quvvati 1000 kVAr dan kam bo'lmagan, teng quvvatdagi KKQ ulanishi tavsiya etiladi. Quvvati ushbu ko'rsatkichdan past bo'lgan KKQ larni elektr iste'molchi obyektidagi TP ning past kuchlanishli shinalariga ulash tavsiya etiladi.

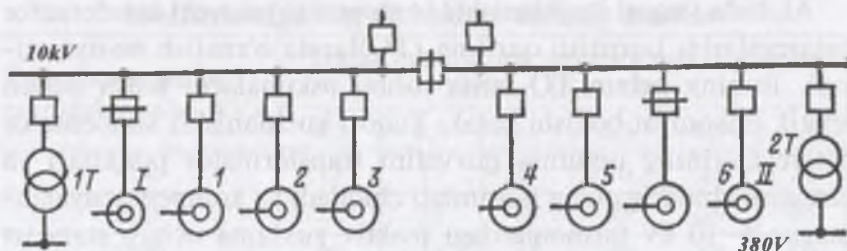
3-masala. Kuchlanishi 380 Vli nasos stansiyasidagi yuklama $R_r = R_{sr.m} = 3360 \text{ kVt}$, $Q_{r.T.} = 2480 \text{ kVAr}$. Ushbu yuklama uchun $K_{yuk} = 0,75$ bo'lgan 2 ta transformator rejalashtirilgan. Nasos stansiyasi ikki smenada ishlaydi. Hisoblar asosida ikki guruhdan iborat bo'lgan sinxron dvigatellarni o'rnatish mumkin. Dvigatellarning ulanish sxemasi quyidagi rasmda keltirilgan. Obyektidagi reaktiv quvvatni kompensatsiyalash uchun SD lar tomonidan chiqariladigan quvvatni hisoblang.

13.7-jadval

Elektr dvigatellarning texnik ma'lumotlari

Ko'rsatkichlari	Belgilanishi	O'lchov birligi	1-guruh	2-guruh
Aktiv quvvati	$R_{nom. SD}$	kVt	3200	1600
Reaktiv quvvati	$Q_{nom. SD}$	kVAr	1600	800
Aylanish tezligi	n	Ayl/min	3000	750
Yuklanish koeffitsienti	KSD	—	0,85	0,7
Quvvat koeffitsienti	$\text{tg}\varphi_{nom}$ ($\text{cos}\varphi_{nom}$)	—	0,48 (0,9)	0,48 (0,9)

Ishchi holatdagi SD lar soni			5+1+ zaxira	1+1+ zaxira
------------------------------	--	--	----------------	----------------



13.6-rasm. Elektr dvigatellarning ulanish sxemasi.

Yechilishi:

1. Barcha SD lar tomonidan ishlab chiqariladigan reaktiv quvvatni hisoblaymiz:

$$Q_{SD\Sigma} = \sum_{i=1}^n K_{SD} \cdot Q_{SD,i} = 5(0,8 \cdot 1600) + 1(0,7 \cdot 800) = 7360 \text{ kVAr}$$

2. Yuklanish koeffitsienti $K_{SD} < 1$ bo'lgan sinxron dvigatel ega bo'lgan reaktiv quvvatdan foydalanish maqsadga muvofiq bo'ladi.

Aktiv quvvati 3200 kVt bo'lgan sinxron dvigatelni reaktiv quvvat manbai sifatida ishlatish uchun yaroqliligini 13.4-jadvaldan olingan ma'lumotlardan foydalanib quyidagicha aniqlaymiz:

$$Q_{SD\Sigma} = \sum_{i=1}^n K_{SD} \cdot Q_{SDe} = \alpha_m \cdot \sqrt{P_{nom,SD}^2 + Q_{nom,SD}^2} = 0,49 \cdot \sqrt{3,2^2 + 1,6^2} = 1,75 \text{ MVar}$$

Bu yerda, $\alpha_m = 0,49$ (13.6-rasmga ko'ra)

3. Quvvati 1600 kVt bo'lgan sinxron dvigatelning iqtisodiy samarador reaktiv quvvatini quyidagicha hisoblaymiz:

$$Q_{SDe} = Q_{nom,SD} = 0,7 \cdot 800 = 560 \text{ kVAr}$$

4. Barcha sinxron dvigatellar ega bo'lgan yig'indi quvvatni topamiz:

$$Q_{SDr} = Q_{SD,e} = \sum_{i=1}^n Q_{SD,i} = 5 \cdot 1750 + 560 = 8750 + 560 = 9310 \text{ kVAr}$$

5. Transformatorlar va reaktiv quvvat manbalarining quvvatini aniqlaymiz:

$$S_{nom.T} \geq Q_{sr.M} / (K_z \cdot N) = 3360 / (0,75 \cdot 2) = 2200 \text{ kVAr}$$

Transformatorning standart ko'rsatkichli nominal quvvati $S_{nom.T} = 2500 \text{ kVA}$ ligin olamiz.

$$Q_{maa.T} = \sqrt{(0,75 \cdot 2 \cdot 2,5)^2 - 3,36^2} = 16,70 \text{ kVAr}$$

$$Q_{n.k.1} = 2480 - 1670 = 810 \text{ kVAr}$$

$$Q_{n.k.2} = 2480 - 810 - 0,48 \cdot 2 \cdot 2500 = -730 \text{ kVAr}$$

($K_{r1}=12$, $K_{r2}=5$, $\gamma = 0,48$) ya'ni $Q_{nk2}=0$, $Q_{nk}=810+0=810 \text{ kVAr}$.

Ikkita quvvati 400 kVAr bo'lgan ($Q_{nkf}=800 \text{ kVAr}$) kompensatsiyalovchi kondensator qurilmasini tanlaymiz.

6. Kuchlanishi 10 kV li tarmoqdagi yig'indi reaktiv quvvatni topamiz:

$$\begin{aligned} Q_{r.v.} &= Q_{r.T.} - Q_{nk.f.} + \Delta Q_T - Q_{CD.e} = \\ &= 2480 - 800 + 220 - 9310 = -7410 \text{ kVAr} \end{aligned}$$

Bu yerda, ΔQ_T (13.5-jadvaldan olingan):

$$\Delta Q_T = 2\Delta Q_{T.1} = 2 \cdot 110 = 220 \text{ kVAr}$$

4-masala. Korxonaning sexlari ikki smenada ishlaydi. Korxonaning tashqi elektr ta'minoti quvvati 63000 kVA li ikki transformator o'rnatilgan kuchlanishi 110/10 kV li podstantsiyadan amalga oshiriladi. Korxonadagi iste'molchilarga yuklama markazida joylashgan 4 ta tarqatish qurilmasi (TQ) orqali elektr energiyasi taqsimlanadi (13.7-rasm). Iste'molchi obyektlarning yuklamasi haqidagi ma'lumot 13.7-jadvalda berilgan. Energiya ta'minot tashkilotining ma'lumotiga ko'ra balans mansubligiga ko'ra bosh tarqatish qurilmasining 110 kV kuchlanish tomonidan bo'linish chegarasiga ega. Iqtisodiy chiquvchi quvvat $Q_{el}=16300$

kVar. U energosistema tomonidan quyidagi hisob asosida berilgan:

$$Q_{m1} = K_{ns.v.} \cdot Q_r = 0,85 \cdot 33800 = 28730 \text{ kVar}$$

Bu yerda, $K_{ns.v.}$ – metalga ishlov berish korxonasi uchun 0,85 ga teng deb olingan (13.1-mavzu).

Ikki ish smenasida ishlovchi elektronasos qurilmalarini ta'mirlash korxonasi uchun kompensatsiyalovchi kondensator qurilmalarini tanlang.

Yechilishi:

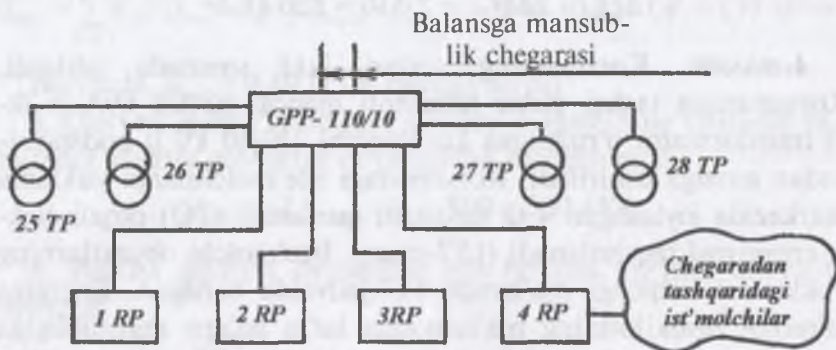
Barcha obyektlardagi past kuchlanishli kondensator batareyalari quvvatini va kuchlanishi 10 kV li barcha TP va bosh tarqatish qurilmalaridagi kompensatsiyalanmagan reaktiv yuklamani aniqlaymiz.

Shakl berish sexi. Past kuchlanishli kondensator batareyalarining o'rnatilgan quvvati (korxona ma'lumotiga ko'ra) $Q_{pkk} = 11000 \text{ kVar}$.

Kuchlanishi 10 kV li 1-tarqatish qurilmasining shinalaridagi reaktiv yuklama, transformatorlardagi isroflar bilan birga quyidagicha hisoblanadi:

$$K_{yukl.T} = 0,9 \text{ (13.6-jadvalga ko'ra).}$$

$$Q_{r.v.} = Q_{r.T.} - Q_{nk.f.} + \Delta Q_T = 21310 - 11000 + 13 \cdot 146 = 12200 \text{ kVar}$$



13.7-rasm. Elektr iste'molchilarning ulanish sxemasi.

Yo'nish sexi. 2-taraqatish qurilmasidagi kuchlanishi 10 kV li tarmoqning umumiy yig'indi quvvatini 1-tarqatish qurilmasi kabi hisoblaymiz:

$$Q_{r.v.} = Q_{r.T.} - Q_{nk.f.} + \Delta Q_T = 10300 - 3000 + 9 \cdot 146 = 8600 \text{ kVar}$$

Kompressor stansiyasi. 3-taraqatish qurilmasidagi kuchlanishi 10 kVli tarmoqning umumiy yig'indi quvvatini 1-tarqatish qurilmasi kabi hisoblaymiz (3-masaladan olinadi):

$$Q_{r.v.} = -7410 \text{ kVar}$$

Nasos stansiyasi (tashqi iste'molchilari bilan) 4-tarqatish qurilmasi ham yuqorida keltirilgan tartibda hisoblanadi va reaktiv quvvat:

$$Q_{p.k.f.} = 2000 \text{ kVar}$$

4-tarqatish qurilmasining 10 kV kuchlanishli tarmoq shinalaridagi reaktiv yuklamani hisoblaymiz:

$$Q_{r.v.} = 8050 - 4200 = 350 \text{ kVar}$$

Kuchlanishi 110/10 kV li podstansiyaning 10 kV li shinalariga ulangan iste'molchilar.

Hisob natijalariga asosan №25-TP va №28-TP larda past kuchlanishli kondensator batareyalarini ulashga ehtiyoj yo'q.

1. Bosh tarqatish qurilmasi (BTQ)ning 10 kV kuchlanishli shinalardagi umumiy yig'indi reaktiv yuklama $Q_{r.v.} = 2600 \text{ kVar}$ (13.8-jadvalga asosan).

13.8-jadval

Korxonadagi hisobiy aktiv va reaktiv quvvat haqidagi ma'lumotlar

Obyektning nomi	Aktiv quvvat koeffitsienti, $\cos\varphi$	Hisobiy yuklama		
		R_r , kVt.	Q_r , ($Q_{r.t.}$), kVar	S_r , kVA
1-TQ. Bosh bino. Shakl berish sexi (sex transformatorlaridagi isrof hisobga olinmagan)	0,77	26 500	21 300	33 400

2-TQ. Bosh bino. Yo'nish sexi (sex transformatorlaridagi isrof hisobga olinmagan)	0,88	17 500	10 300	20 000
3-TQ. Kompressor stan- siyasi: Sinxron dvigatellar 10 kVt, kuch elektr iste'molchilar (2x2500 kVA quvvatli) transformatorlardagi isrof bilan.	-0,92 - 0,88 0,79	16900 13600 3360	-7410 -9310 2700	18500 16600 4250
4-TQ. Nasos stansi- yasi. Suv ta'minoti uchun (transfor-matorlardagi isrof bilan)	0,77	9750	8050	12700
P.St. 110/10 kV li P.St ning 10 kV li shinalariga ulangan iste'molchilar	0,88	4600	2600	5240
№ 25-TP Ma'muriy- maishiy bino – (2x1000 kVA)	0,94	1660	590	1760
№26-TP Yong'inga qarshi nasos stansiyasi (2x1000 kVA)	0,8	1220	880	1530
№27-TP Qozonxona (2x1000 kVA)	0,76	920	760	1200
№28-TP Kimyoviy moddalar, lok va bo'yoqlar omborxonasi (2x1000 kVA)	0,98	790	370	800
Jami, 110/10 kV li P.st ning 10 kV kuchlanish shinalarida	—	75300	37600	—
Maksimum yuklamaning har vaqtdagilikning umu- miy koeffitsienti	0,88	67770	33800	77 000

2. Quvvati 63 000 kVA bo'lgan transformatorlardagi quvvat isrofi har bir transformatorida 3100 kVAr ga teng deb olib umumiy isrofni hisoblaymiz.

3. Korxonaning balans mansubligi chegarasidagi (110 kV li kirish) umumiy reaktiv yuklamani hisoblaymiz:

$$Q_{r.v\Sigma} = \sum_{i=1}^n Q_{r.vi} + \Delta Q_T = 12200 + 8600 - 7410 + 3850 + \\ + 2600 + 6200 = 25560 \approx 25600 \text{ kVAr}$$

4. Yuqori kuchlanishli kondensator batareyalarining umumiy yig'indi quvvatini reaktiv quvvat balans sharti asosida aniqlaymiz:

$$Q_{b.k.} = Q_{r.b\Sigma} - Q_{el} = 25600 - 16300 = 9300 \text{ kVAr}$$

5. Kompensatsiyalanmagan reaktiv yuklamalarni bosh tarqatish qurilmasi va tarqatish qurilmalari bo'yicha taqsimlaymiz:

1-TQ (37,23%) – 3500 kVAr

2-TQ (26,27%) – 2480 kVAr

3-TQ (11,11%) – 1040 kVAr

4-TQ (25,39%) – 2280 kVAr

Jami: 100% – 9300 kVAr

3-TQ da yuqori kuchlanishli kondensator batareyalari o'rnatilmaydi, chunki u yerda reaktiv quvvat iste'molchilari emas reaktiv quvvat manbasi mavjud ($Q_{SD.e}$ – tarmoqqa uzatiladi, $\cos\varphi$ – ildamlaydi).

4-TQ da ham yuqori kuchlanishli kondensator batareyalari (YuKKB) o'rnatilmaydi, chunki, kuchlanishi 10 kVli seksiya-ning shinalaridagi batareyalar quvvati 1000 kVAr. Ushbu quvvat YuKKB va BTQ da umumlashtiriladi ($2880+1040=3320$ kVAr).

6. BTQ va YuKKB dagi talab etiladigan haqiqiy quvvatning kuchlanishini 10 kVli har bir seksiya bo'yicha topamiz. Har bir seksiya uchun bir xil quvvatdagi KKQ larini har bir seksiya uchun tanlaymiz:

1-TQ, 1 seksiya — 1800 kVA_r (900+900), ikkinchi seksiya uchun hamunday (1800 kVA_r).

2-TQ, 1 seksiya — 1125 kVA_r, ikkinchi seksiya uchun hamunday (1125 kVA_r);

BTQ har to'rttala seksiya uchun 900 kVA_r dan qabul qilamiz.

Jami: $Q_{yuk\ kb(fakt)} = 3600 + 2250 + 3600 = 9450 \text{ kVA}_r$

Nazorat savollari:

1. Reaktiv quvvat nima va u qanday iste'molchilar uchun kerak?

2. Elektr tarmoqlarida qaysi paytda reaktiv quvvat sarfi ortadi?

3. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash bir vaqtning o'zida elektr energiyasi sifatining yaxshilanishiga olib kelishi mumkinmi?

4. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash elektr uskunalar ish samaradorligining ortishini ta'minlay oladimi?

5. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash elektr energiyasi isrofining pasayishini ta'minlashi mumkinmi?

6. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalash bo'yicha O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi (VM)ning qarori qachon chiqarilgan?

7. VM ning qaroriga ko'ra bitta hisobga olish nuqtasi bo'yicha oylik elektr energiyasi iste'moli necha ming kVt soatdan ortiq bo'lgan sanoat iste'molchilari va ularga tenglashtirilgan iste'molchilar kompensatsiya qurilmalarini o'rnatishi shart?

9. Kompensatsiyalovchi qurilma (KQ)ning quvvatini aniqlash uchun korxonaning eng katta qiymatdagi reaktiv yuklamasini aniqlash talab etilganda qanday formuladan foydalanish mumkin?

10. Q_{k1} ga ko'ra korxona va energosistema tok bo'linish chegarasidagi eng katta aktiv quvvat yuklamasi bo'yicha KQ ning yig'indi quvvati qaysi formuladan aniqlanadi?

11. Reaktiv quvvatning yetishmaydigan qismi (kompensatsiyanmagan reaktiv quvvat) yuqori kuchlanishli tarmoqdan oqib keluvchi reaktiv quvat $Q_{max.T.}$ orqali to'ldirilishi mumkinmi?

12. Yagona shina o'tkazgichga ega bo'lgan tarmoqda ikkitagacha o'zaro quvvati yaqin bo'lganda qanday formula asosida KKQ ishlatiladi?

13. Quvvati 63000 kVA bo'lgan transformatorlardagi quvvat isrofi har bir transformatorida 3100 kVA ga teng bo'lgandagi umumiy isrofnı hisoblang?

14. Kompensatsiyanmagan reaktiv yuklamalarnı bosh tarqatish qurilmasi va tarqatish qurilmalari bo'yicha taqsimlang?

15. Korxonadagi hisobiy aktiv va reaktiv quvvat haqidagi ma'lumotlarnı analiz qiling.

16. Yuklanish koeffitsienti $K_{SD} < 1$ bo'lgan sinxron dvigatel ega bo'lgan reaktiv quvvatdan foydalanish maqsadga muvofiqmi, tahlil qiling?

14. LOYIHA OBYEKTLARIDAGI ELEKTR TIZIMLARINING MEXANIK HISOBI

Ochiq havodan o'tgan elektr liniyalar, bir qancha mexanik kuchlar ta'sir etadi. Bularga: o'tkazgich simlarning og'irligi, shamolning bosim kuchi va sim o'tkazgich yuzasida yig'iluvchi muz qatlamining og'irligi kiradi. Mexanik kuchlar ta'sir etuvchi elektr simli liniyalar mustahkam bo'lishi shart. Elektr liniyalardagi o'tkazgich simlar, elementlar va konstruksiyalar mexanik kuchlarga turg'unlik borasida mexanik mustahkamlik hisoblarini bajarilishini talab etadi va u odatda mexanik hisoblar deyiladi [6, 8].

Mexanik hisob «Materiallar qarshiligi» kursining ayrim bandlari va «Elektr uskunalar ekspluatatsiyasi» talablari asosida kuchlanishi 1000 V gacha va undan yuqori elektr tarmoqlar uchun bajariladi.

Havo liniyalarining mexanik hisobi elektrotexnik masalalarga bog'liq bo'lmasada, loyihalovchi har qanday elektr energetika mutaxassisi bundan boxabar bo'lishi kerak.

Ta'kidlash joizki, hozirgi kunda har bir hududning ob-havo sharoitlari ta'siri to'liq o'rganilgan, elektrotexnik kartalar va kataloglar tuzilgan va normalar ishlab chiqilgan. Mazkur talablar asosida sim ustunlar, elementlar va konstruktiv materiallar, konveyer asosida ishlab chiqarilmoqda. Shu sababli sim ustunlar, elementlar va konstruksiyalarning yangilarini ishlab chiqish zaruriyati qolmagan. Faqat maxsus talablar asosida ayrim murakkab yoki boshqacha konstruktiv ishlanmani talab etadigan obyektlar-gina bundan mustasno.

14.1. O'tkazgichlarning mexanik mustahkamligini hisoblash

Havo liniyalaridagi sim o'tkazgichlarga vertikal kuchlar (simning shaxsiy og'irligi, unga qoplangan muz qatlamining og'irligi) va gorizontal kuchlar (shamolning bosimi) ta'sir etadi. Kuchlar ta'sirini inobatga olishda og'irlik kuchi simning boshidan oxi-

rigacha teng taqsimlanadi, yuklama esa statik (doimiy va o'zgarmas) ko'rinishda bo'lishi haqida bir qancha ehtimoliy farazlar mavjud (14.1-rasm).

Mexanik yuklama ta'siri ostida o'tkazgich materialida cho'zish bo'yicha mexanik kuchlanish paydo bo'ladi. Uning ko'rsatkichi shu bilan birga simning sovuqlikdan qisqarish hisobiga hosil bo'luvchi kuch ham ta'sir etadi.



14.1-rasm. Kuchlanishi 35 va 10 kV li havo elektr liniyalarining podstansiyaga kirishi va chiqishi.

Muz qatlamining qalinligi va shamol bosimining kuchlanishi 110–330 kV li havo liniyalari uchun 10 yil, kuchlanishi 10–35 kV li havo liniyalari uchun 5 yilda 1 marta takrorlanuvchi qiymat qabul qilingan. Shamolning ko'rsatkichi va muzning qalinligi 10 yillik ko'rsatkichga asosan $\frac{9^3}{16}$ deb olingan. 9 – shamolning tezligi, m/sek.

Havoning harorati kuchlanishga bog'liq emas shu sababli hisob paytida loyihalanayotgan joydagi tashqi muhitning harorati qabul qilinadi. O'tkazgich simlardagi muzlash qalinligi bo'yicha maxsus jadvallar ishlab chiqilgan. Muz qatlami bo'yicha respublikamiz 5 ta ob-havo rayoniga ajratilgan.

14.1-jadval

Yerdan 10 metr balandlikdagi muzning normativ qalinligi

T.R	Muzlash rayonlari	Muzning normativ qalinligi, takrorlanish muddati (yil) bilan, mm	
		5 yilda 1 marta	10 yilda 1 marta
1	I	5	5
2	II	5	10
3	III	10	15
4	IV	15	20
5	Maxsus	20 dan yuqori	22 dan yuqori

Sim o'tkazgichdagi mexanik yuklama, sim uzunligi va kesimiga teng keluvchi kuchlar asosida topiladi. U $\text{kGs}/(\text{mm}^2/\text{m})$ birlikda o'lchanadi va solishtirma mexanik yuklama deyiladi.

Ob-havo tumanlari shamolning bosmi va tezligi bo'yicha ham tumanlarga bo'lingan va maxsus jadvallar tuzilgan.

14.2-jadval

Shamolning yerdan 15 metr balandlikdagi normativ tezligi va bosimi

Shamol rayonlari	Shamolning tezligi, m/s (bosimi, kGs/m^3)		
	5 yilda 1 marta	10 yilda 1 marta	15 yilda 1 marta
I	27 (21)	40 (25)	55 (30)
II	35 (24)	40 (25)	55 (30)
III	45 (27)	50 (29)	55 (30)
IV	55 (30)	65 (32)	80 (36)
V	70 (33)	80 (36)	80 (36)
VI	85 (37)	100 (40)	100 (40)
VII	100 (40)	125 (45)	125 (45)

Simning solishtirma og'irligi — g_1 o'tkazgichning kesmiga emas faqatgina o'tkazgichning qanday materialdan yasalganligiga bog'liq. Haqiqatdan, shaxsiy og'irlikka bog'liq bo'lgan solishtirma yuklama quyidagi formuladan topiladi:

$$g_1 = \frac{G}{1000 \cdot F} \quad 14.1$$

Bu yerda, G — 1 km sim o'tkazgichning og'irligi, kGs;

G' — o'tkazgichning kesimi mm^2 , yoki boshqacha ifodalangan-da: $G = \chi \cdot F$,

Bu yerda, χ — o'tkazgich materialining solishtirma og'irligi.

Ushbu ifodani 14.1-formulaga qo'yib o'tkazgichning og'irligini hisoblaymiz:

$$g_1 = \frac{\chi \cdot F}{1000 \cdot F} = \frac{\chi}{1000} \quad 14.2$$

Ko'p sim tolali o'tkazgichlarni eshishini inobatga olib o'tkazgichning uzunligini bir tolali simdan yasalgan o'tkazgichga nisbatan 2–3% uzunroq deb qabul qilingan va hisoblash paytida 14.1- va 14.2-formulalarga $1,02 \div 1,03$ ga ko'paytirish koeffitsientini kiritish tavsiya etiladi.

Muz qatlam — g^2 . Muhitning harorati 0°C dan -5°C gacha bo'lganda sim va elektr uskunalar yuzasida muz bilan qoplanish jarayoni (muz qatlamining hosil bo'lishi) kechadi.

Harorat — 5°C dan pasayib ketsa muz qatlami hosil bo'lish jarayoni yuz bermaydi.

Muz qatlami hosil bo'lishiga bir qancha faktorlar sabab bo'lishi mumkin. Bunday holat: elektr o'tkazgich simlarning namligi yuqori bo'lgan hududlardan o'tishi, havo haroratining keskin o'zgarib turishi, liniyalarning ko'llar atrofidan, daryo va suv kanallari, havzalarining ustidan o'tgan qismlarida yuzaga keliishi mumkin.

Muz qatlamining qalinligi elektr o'tkazgich simlar va sim ustunlarida ortiqcha mexanik yuklamaning paydo bo'lishiga va elektr liniyalarining muddatidan oldin ishdan chiqishiga sabab bo'ladi.

Muz qatlamining «b» qalinlikda muz bilan qoplanishi natijasida vujudga keluvchi og'irlik 14.3-rasm asosida quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$G = \frac{\pi}{4} \cdot [(d + 2 \cdot b)^2 - d^2] \cdot \chi_0 = \pi \cdot b \cdot (d + b) \cdot \chi_0$$

Bu yerda, $\chi_0 = 0,0009 \text{ kGs/sm}^3$ – o'tkazgich simning solishtirma og'irligi.

Muz qatlamining solishtirma og'irligi quyidagicha topiladi:

$$g_2 = \frac{G}{F} = \frac{\pi \cdot d \cdot (d + b) \cdot \chi_0}{F} = 0,00283 \frac{b \cdot (d + b)}{F}, \text{ kGs/(m} \cdot \text{mm}^2), 14.3$$

Muz qatlamining xususiy og'irligi – g^3 . O'tkazgichning va muz qatlamining shaxsiy og'irligi bir xil yo'nalishda, ya'ni tepadan pastga qarab vertikal yo'nalishda bo'lganligi bois ularning algebraik yig'indisini quyidagi ifodadan topamiz (14.2-rasm):

$$g_3 = g_1 + g_2 \quad 14.4$$



14.2-rasm. Elektr o'tkazgich simlar ustida muz qatlamining hosil bo'lishi.

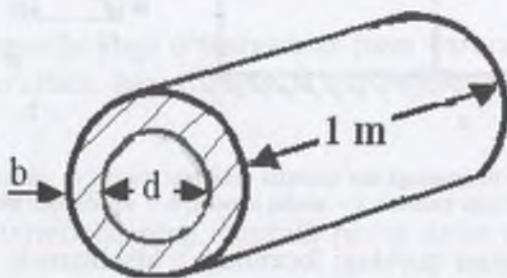
Shamol – g_4 . Elektr o'tkazgichlarni mexanik hisoblashda shamol faqat gorizontal yo'nalishda esadi deb qabul qilingan. Aerodinamikadan ayonki havo oqimining bosimi unda joylashtirilgan silindrning o'qlari shamol oqimiga perpendikulyar joylashgan deb qabul qilingan va u quyidagicha hisoblanadi:

$$P = \alpha \cdot C_x \cdot F^1 \cdot \frac{g^2}{16}$$

Bu yerda, $\frac{g^2}{16}$ – shamol tezligining bosimi, α – havo oqimining notekislik koeffitsienti. (Havo oqimi 27 kgs/m² bo'lganda $\alpha = 1,0$; 40 kgs/m² bo'lganda $\alpha = 0,85$; 55 kgs/m² bo'lganda $\alpha = 0,75$ deb qabul qilingan).

S_x – ko'ndalang (qarama-qarshi) qarshilik koeffitsienti. (Diametri 20 mm² li va undan yuqori troslar uchun $S_x = 1,1$; diametri 20 mm² gacha bo'lgan sim o'tkazgichlar va simlar uchun $S_x = 1,2$ olinadi).

F^1 – o'tkazgichning diametral kesim yuzasi, m²



14.3-rasm. Muz qatlami bilan qoplangan o'tkazgich:

d – o'tkazgichning diametri, mm; b – muzqatlam devorining qalinligi, mm.

Uzunligi 1 metr bo'lgan o'tkazgichga ta'sir etuvchi bosim quyidagicha topiladi:

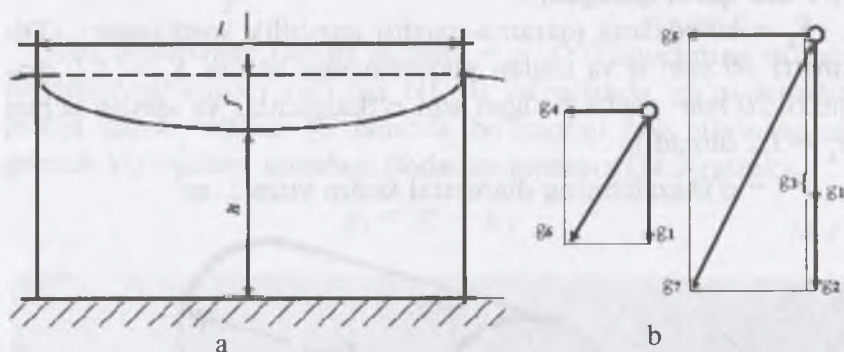
$$p = \frac{\alpha \cdot C_x \cdot g^2 \cdot d}{16 \cdot 10^3}$$

Bu yerda, d – o'tkazgichning diametri, mm.

Oraliq masofa yoki *sim ustunlarning oraliq masofasi* «l» deb, 14.4-rasmdagi yerdan bir xil balandlikda joylashgan, ikkita sim ustunining balandligi bir xil nuqtadan tortilgan simning uzunligi (sim ustuni orasidagi masofa)ga aytiladi.

Og'ish nuqtasi deb, bir xil balandlikdagi nuqtada tutashtirilgan sim o'tkazgichning yerga qarab og'ishiga aytiladi va u «f» bilan belgilanadi.

Liniyaning gabariti deb, ikkita sim ustun orasida tortilgan sim o'tkazgichning binolar tomi, liniya ostidagi inshootning eng baland nuqtasi yoki yergacha bo'lgan eng pastki nuqtasiga aytiladi va u «h» bilan belgilanadi.



14.4-rasm. Havo liniyasidagi sim ustunlar orasidagi masofa va simlarga ta'sir etuvchi solishtirma kuchlar: a — oraliq masofa, b — solishtirma kuchlar.

Og'ish nuqtasi quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$f = \frac{l^2 g}{8\sigma} \quad 14.4$$

Oraliq masofadagi simning uzunligi:

$$L = l + \frac{l^2 \cdot g^2}{24\sigma^2} \quad 14.5$$

Bu yerda: g — solishtirma yuklama, MPa/m; σ — sim o'tkazgichning cho'zilishiga ta'chir etuvchi kuch, MPa.

O'z navbatida:

$$\sigma = T / F,$$

Bu yerda: T — o'tkazgichdagi cho'zuvchi kuch, N; F — o'tkazgichning kesimi, mm².

Keltirilgan tenglama xohlagan oraliq masof uchun o'rinlidir, hatto eng uzun oraliq masofa uchun ham.

1-tenglamaning ko'rinishini o'zgartirib quyidagicha yozamiz:

$$f = \sqrt{\frac{3l(L-l)}{8}}$$

Sim ustunlar orasidagi sezgarsiz o'zgarish ham simlardagi og'ish burchagining o'sishiga olib keladi. Masalan, oraliq masofa $l = 100 \text{ m}$ bo'lsa, ushbu oraliqdagi simning uzunligi $L = 100,24 \text{ m}$, ya'ni 24% ga uzayadi.

Uni quyidagi hisob orqali ham aniqlash mumkin:

$$f = \sqrt{\frac{3 \cdot 100 \cdot (100,24 - 100)}{8}} = 3,0 \text{ m}$$

Elektr tarmoqlaridagi o'tkazgichlar havo harorati ko'tarilishi oqibatida cho'ziladi, havo liniyasida esa belgilangan miqdordan ortiq osiladi.

Nazorat savollari:

1. Elektr tarmoqlarining mexanik hisobi nima maqsadda bajariladi?
2. Elektr tarmoqlarga qanday tashqi ta'sirlar mexanik kuch bilan ta'sir etadi?
3. Elektr o'tkazgichlarga qanday mexanik kuchlar ta'sir etadi va qanday salbiy oqibatlar kuzatiladi?
4. Muz qatlamining qalinligi va shamol bosimining eng katta qiymati etib kuchlanishi 110–330 kV li havo liniyalari uchun necha yilda 1 marta olinadi?
5. Muz qatlamining qalinligi va shamol bosimining eng katta qiymati etib kuchlanishi 10–35 kV li havo liniyalari uchun necha yilda 1 marta takrorlanuvchi qiymat qabul qilinadi?
6. Shamolning ko'rsatkichi va muzning qalinligi 10 yillik ko'rsatkichga asosan qanday qabul qilinadi?

7. Muz qatlami bo'yicha respublikamiz nechta ob-havo ra-
yoniga ajratilgan?

8. Sim o'tkazgichdagi mexanik yuklama, sim uzunligi va ke-
simiga teng keluvchi kuchlar asosida topilganda qanday birlikda
o'lchanadi?

9. Sim o'tkazgichdagi mexanik yuklama, sim uzunligi va ke-
simiga teng keluvchi kuchlar asosida topiladi va u qanday mexa-
nik yuklama deyiladi?

10. Simning solishtirma og'irligi — g_1 o'tkazgichning nimasi-
ga bog'liq bo'ladi?

11. Muhitning harorati 0°C dan -5°C gacha bo'lganda sim va
elektr uskunalar yuzasida nima jarayon kechadi?

15. YUQORI KUCHLANISHDAN HIMOYA TIZIMLARINI LOYIHALASH

15.1. Atmosfera yuqori kuchlanishlari haqida umumiy ma'lumotlar

Atmosfera yuqori kuchlanishlari qishloq va suv xo'jaligi sohalaridagi elektr uskunalar va jihozlarning ishdan chiqishi va avariya holatlari natijasida tarmoqdagi kuchlanishning yo'qolishiga asosiy sababchi omillardan hisoblanadi (15.1-rasm).

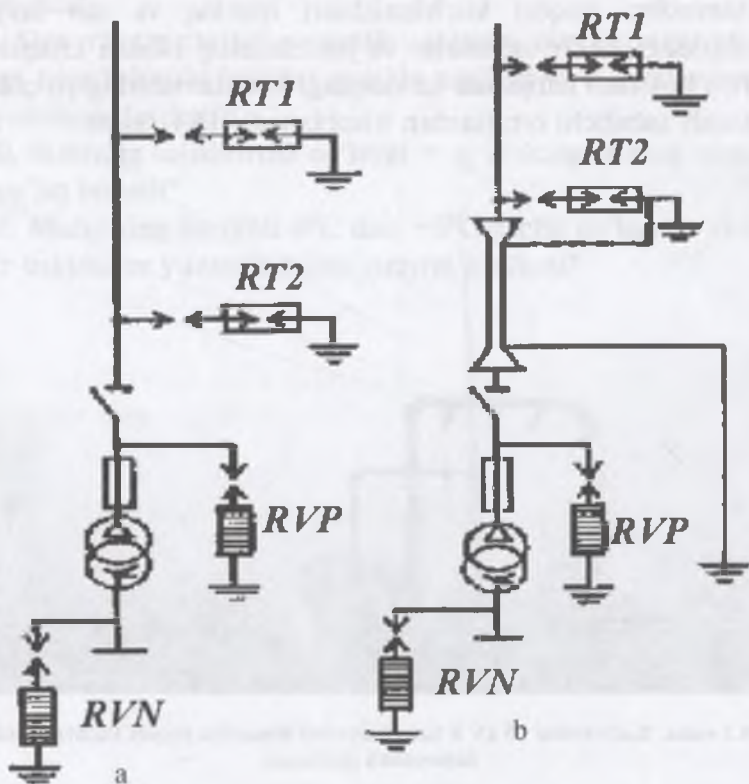


15.1-rasm. Kuchlanishi 35 kV li havo liniyasini atmosfera yuqori kuchlanishidan himoyalash qurilmasi.

Bu holat qishloq va suv xo'jaligi sohalarida katta masofaga cho'zilgan ochiq elektr simli liniyalar va ochiq havoda joylashtirilgan podstansiya uskunalaridan foydalanish sababli yuzaga keladi (15.2- va 15.3-rasmlar).

Atmosferada yuzaga keluvchi yashin zarbining va yuqori kuchlanganlik ta'sirida paydo bo'luvchi yuqori kuchlanish, nafaqat elektr liniyasi va tizimidagi elektr jihozlarning buzulishga olib kelishi, ish faoliyatini izdan chiqarishi va energiya uzulishiga

sabab bo'lishi mumkin. U ayniqsa, past kuchlanishli tarmoqlardagi uskunalar, texnologik qurilmalar va ularni boshqarayotgan, unda ishlayotgan insonlar va hayvonlar sog'lig'iga ham putur yetkazadi.



15.2-rasm. Podstansiya uskunalarini yashindan himoyalab yerlashtirish tizimiga ulash sxemasi:

- a – bevosita havo liniyasida; b – havo liniyasi kabel liniyasi bilan tutashgan joyda; RT1 va RT2 – 10 kV kuchlanishli trubkali razryadlagichlar; RVP10 – kV vetil razryadlagichlar; RVN – kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan razryadlagichlar.

Shuning uchun yuqori kuchlanganlik va atmosfera yog'inlaridan himoyalaniish, himoya vositalarini to'g'ri tanlash hisoblari-

da aniqlikka erishish muhimdir. Bundan nafaqat elektr tizimidagi elektr uskunalarning butligi, balki uzoq muddatli to'xtovsiz ishlashini, iqtisodiy talafotlarning oldini olish elektr tizimidan foydalanuvchi mutaxassislar yoki ishchilar va qishloq xo'jaligi hayvonlarining ham sog'-omon bo'lishi ta'minlanadi.

Atmosfera yog'inlaridan himoya tizimi talabga javob beradigan, ishonchli hamda iqtisodiy samarador bo'lishi shart.



15.3-rasm. Kuchlanishi 35 kV li havo va kabel liniyasini atmosfera yuqori kuchlanishidan himoyalovchi RVS 35 razryadlash qurilmasining ulanish sxemasi.

15.2. Yashin qaytargichlarni loyihalash

Yashin zarbidan himoyalalanish uchun sterjenli va trosli yashin qaytargich tizimidan foydalaniladi.

Sterjenli yashin qaytargichlar ayni olingan yoki bir yerga jamlangan uskunalar (stansiya va podstansiyalarning ochiq tarqatish qurilmalari, yacheykalar, transformatorlar va h.k.)ni himoyalashga xizmat qiladi.

Sterjenli yashin qaytargichning tuzilishi 15.4-rasmda berilgan. Yashin qaytargichning himoya zonasi deganda, sterjen atrofiga joylashgan uskunaning eng yuqori nuqtasi sterjennikidan past bo'lib himoya zonasi radiusi ichida joylashganligiga aytiladi. Bunday radius ichiga joylashgan obyektning atmosfera yog'inlari ta'siriga tushish ehtimoli juda kichkinadir.

Balandligi 30 metrli yakka yashin qaytargichning himoya radiusi r_x quyidagicha hisoblanadi:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad 15.1$$

h – yashin qaytargichning to'la balandligi, m; h_x – himoyaladigan obyektning balandligi.

Yakka tartibdagi yashin qaytargichning himoya qobiliyati himoya koeffitsienti k_x bilan xarakterlanadi va u quyidagicha hisoblanadi:

$$k_x = \operatorname{tg} \alpha = \frac{r_x}{h_a} \quad 15.2$$

Bu yerda, h_a – yashin qaytargichning aktiv balandligi.

Qiymatlarni o'z o'rniga qo'yib k_x ning qiymatlarini topamiz:

$$k_x = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} \quad 15.3$$

Yashin qaytargichning balandligi 30 m dan past bo'lgandagi k_x ning ruxsat etilgan qiymati 1,6 ga teng, eng katta himoya radiusi r_x esa $r_x = 1,6 h_a$ ga teng.

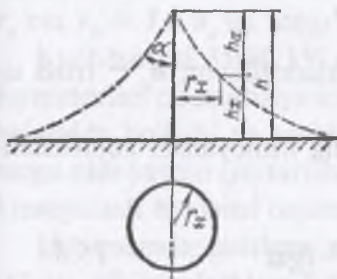
Agar sterjenli yashin qaytargichning balandligi 30 m dan yuqori bo'lsa, u holda himoya radiusi va himoya koeffitsienti quyidagi formulalardan hisolanadi:

$$r_x = \frac{8,8 \cdot \sqrt{h} \cdot (h - h_x)}{h + h_x} \quad \text{va} \quad k_x = \frac{8,8}{\left(1 + \frac{h_x}{h}\right) \sqrt{h}} \quad 15.4$$

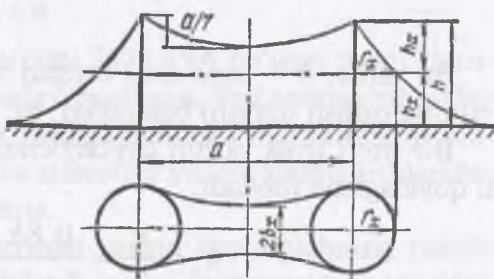
15.5-rasmda ko'rsatilgan ikki ikki sterjenli yashin qaytargichning tashqi himoya zonalarini uchun k_x va r_x qiymati yakka yashin qaytargichning hisobi kabi bajariladi.

Yashin qaytargichning ichki zonasidagi hisobiy kenglik $2b_x$ quyidagicha topiladi:

$$2b_x = \frac{7h_a - a}{14h_a - a} \quad 15.5$$



15.4-rasm. Bir sterjenli yashin qaytargichning himoya zonasi.



15.5-rasm. Ikki sterjenli yashin qaytargichning himoya zonasi.

Bir nechta yashin qaytargichlar guruhidan tashkil topgan himoya vositasining himoya zonasi quyidagicha hisoblanadi:

a) $h \leq 30 \text{ m}$

$$D \leq 8h_a$$

b) $h > 30 \text{ m}$

$$D \leq 8 \frac{5,5}{\sqrt{h}} h_a, \quad 15.6$$

D — uchta yashin qaytargichning yuqori nuqtalaridagi uch-burchakning yoki to'rtta yashin qaytargichning yuqori nuqtalaridagi to'rtburchakning hosil qilgan aylana diametri.

Yashin qaytargichning tashqi himoya radiusi yakka tartibli yashin qaytargichning hisobi kabi bajariladi.

Trosli yashin qaytargichlar elektr liniyalarni himoyalashda yoki podstansiyaning elektr liniyalari kirish yoki chiqish qismida quriladi.

Bitta simdan tashkil topgan trosli yashin qaytargichning himoya zonasi yassi shinadan tashkil topgan holat sifatida tasavvur etilib uning kengligi $2 r_x$ deb qabul qilinadi.

Bitta simli trosdan tashkil topgan yashin qaytargichning himoya radiusi quyidagicha topiladi:

$$r_x = 0,8h \frac{h - h_x}{h + h_x} \quad 15.7$$

Bu yerda, h — tross simi osilgan balandlik, m; h_x — tross simining osilish (og'ish) balandligi, m.

Bir simli tross yashin qaytargichning himoyalash koeffitsienti quyidagicha topiladi:

$$k_x = \frac{r_x}{h_a} = \frac{0,8h}{h + h_x} - tg\alpha \quad 15.8$$

Bu yerda, h_a — yashin qaytargichning aktiv himoya balandligi; α — yashin qaytargichning himoya burchagi (80^0 deb olinadi).

Ikkita parallal joylashtirilgan yashin qaytargichning himoya radiusi xuddi bitta tross simli yashin qaytargich kabi hisoblanadi ammo, himoya burchagi 20^0C deb qabul qilinadi.

Havo liniyasining o'rtasidagi simni himoyalash uchun quyidagi holatga amal qilinadi:

$$h_a \geq \frac{a}{4} \quad 15.9$$

Bu yerda, a — troslarni mahkamlash nuqtasigacha bo'lgan masofa.

1-masala. Kuchlanishi 35/10 kV podstansiyada quvvati 2500 kVA moyli transformator, moyli o'chirgichlar, tarqatish qurilmalari o'rnatilgan. Portal sim ustunining maksimal balandligi 12 m. Podstansiyaning yerlashtirish tizimini toping.

Yechilishi:

Podstansiyadagi elektr sim ustunlar ichida portal va anker, burchak oraliq sim ustunining balandligi 18 m ligi sababli podstansiyaning atmosferadagi yashin zarbidan himoyalash uchun yashin qaytargichning balandligi 30 m gacha deb faraz qilib hisobni bajaramiz.

Yashin qaytargichning balandligi 30 m dan past bo'lgandagi k_x ning ruxsat etilgan qiymati 1,6 ga teng, eng katta himoya radiusi r_x esa $r_x = 1,6 h_a$ ga teng.

Kuchlanishi 35/10 kV quvvati 2500 kVA bo'lgan moyli transformatorlar, podstansiya ichida o'rnatilgan. Podstansiya binosidan balandda bo'lishi va yashin zarbiga uchrashi mumkinligini inobatga olib yashin qaytarish va atmosfera yuqori kuchlanishlaridan himoyalash hisobini bajaramiz.

15.6-rasmda berilgan sterjenli yashin qaytargichning tuzulishi va o'lchamlaridan foydalanib nasos stansiyasidagi transformator punkti va havo liniyasini atmosfera yuqori kuchlanishlaridan himoyalash hisobini bajaramiz.

Balandligi 30 metrgacha bo'lgan yakka yashin qaytargichning himoya radiusi r_x ni formula yordamida quyidagicha hisoblaymiz:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} = 1,6 \cdot 30 \cdot \frac{30 - 12}{30 + 12} = 20,57 \text{ m}$$

h — yashin qaytargichning to'la baladligi, m; h_x — himoyaladanigan obyektning balandligi.

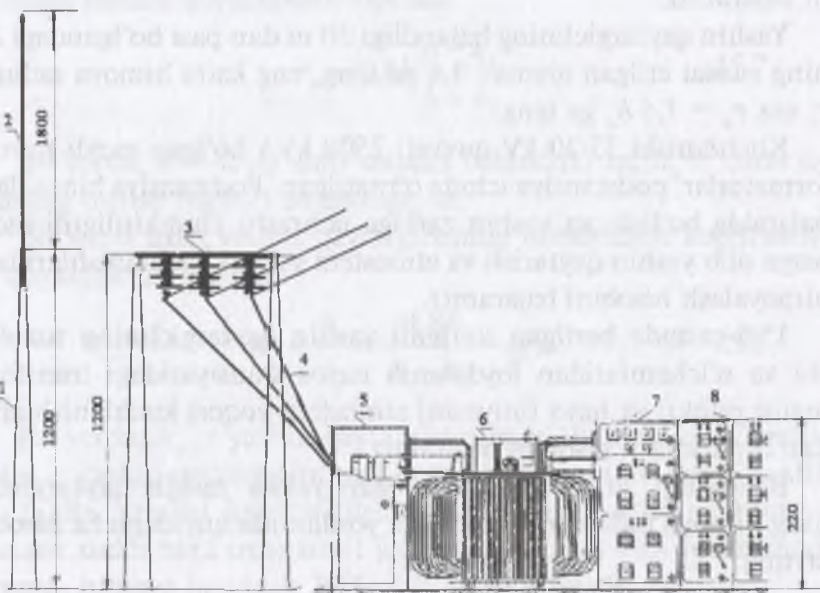
Yakka tartibdagi yashin qaytargichning himoya qobiliyati himoya koeffitsienti k_x bilan xarakterlanadi va quyidagi formula bilan hisoblaymiz:

$$r_x = 1,6 \cdot h \cdot \frac{h - h_x}{h + h_x} = 1,6 \cdot 30 \cdot \frac{30 - 12}{30 + 12} = 20,57 \text{ m}$$

Bu yerda, h_a — yashin qaytargichning aktiv balandligi.

Qiymatlarni o'z o'rniga qo'yib k_x' ning qiymatlarini topamiz:

$$k_x' = \frac{1,6}{1 + \frac{h_x}{h}} = \frac{1,6}{1 + \frac{12}{30}} = 1,14$$



15.6-rasm. 35/10 kV li podstantsiyaning yon tomonidan ko'rinishi:

- 1 — yashin qaytargichning sim ustuni; 2 — yashin qaytargichning sterjenli temir o'zagi; 3 — 35 kV kuchlanish sim ustuni; 4 — 35 kV kuchlanishli simlar; 5 — 35 kV kuchlanishli kirish yacheykasi; 6 — 35/10 kV kuchlanishli moyli transformator; 7 — rele himoya va avtomatik boshqaruv qurilmalari; 8 — 10 kV kuchlanishli yacheykalar.

Yashin qaytargichning balandligi 30 m dan past bo'lgandagi k_x ning ruxsat etilgan qiymati 1,6 ga teng, eng katta himoya radiusi r_x esa

$$r_x = 1,6 \cdot h_a = 1,6 \cdot 18 = 28,8 \text{ m ga teng.}$$

Himoya radiusi bizning nasos stansiyamizni to'liq himoyalay oladi yoki boshqacha aytganda yetarlicha masofa himoyalana-di. Yashin qaytargichning podstansiyadagi eng baland uskunani himoyalash radiusi 28,8 m ni tashkil etadi. Podstansiyaning tashqi perimetri (o'lchami 40 x 27 m). Shu sababli podstansiya-ni har ikkala tomoniga yashin qaytargich qo'yib himoyalay-miz.

Yashin qaytargichning ichki zonasidagi hisobiy kenglik 2 b_x quyidagicha topiladi:

$$k_x = \operatorname{tg} \alpha = \frac{r_x}{h_a} = \frac{20,57}{18} = 1,14 \text{ m} \quad 15.10$$

Bu yerda, a — yashin qaytargichlar orasidagi masofa, m.

Bir nechta yashin qaytargichlar guruhidan tashkil topgan hi-moya vositasining himoya zonasi quyidagicha hisoblanadi:

$$a) h \leq 30 \text{ m} \quad D \leq 8 \cdot h_a = 8 \cdot 18 = 144 \text{ m.}$$

Yashin qaytargichlarning tashqi himoya radiusi 144 m ni tash-kil etadi.

Nazorat savollari:

1. Atmosfera yuqori kuchlanishlarining qishloq va suv xo'jaligi sohalaridagi elektr uskunalar va jihozlarning ishdan chiqishi va avariya holatlari natijasida tarmoqdagi kuchlanishning yo'qolishi-ga sabab bo'la oladimi?

2. RVP10 — kV li vetill razryadlagichlar nima uchun xizmat qiladi?

3. RVN — kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan razryadlagich ni-ma uchun kerak?

4. RVPI0 va RVN qurilmalari nimasi bilan o'xshash va nimasi bilan farq qiladi?

5. Yashin zarbidan himoyalaniş uchun qanday qurilmalardan foydalaniladi?

6. Sterjenli va trosli yashin qaytargich tizimidan foydalanishning afzaligi nimada?

7. Balandligi 30 metrli yakka yashin qaytargichning himoya radiusi r_x ni hisoblashda qanday formula ishlatiladi?

8. Yakka tartibdagi yashin qaytargichning himoya qobiliyati himoya koeffitsienti k_x^I bilan xarakterlanganda qanday hisoblanadi?

9. Agar sterjenli yashin qaytargichning balandligi 30 m dan yuqori bo'lsa, u holda himoya radiusi va himoya koeffitsienti qaysi formuladan hisoblanadi?

10. Yashin qaytargichning ichki zonasidagi hisobiy kenglik $2b_x$ qanday topiladi?

11. Trosli yashin qaytargichlar elektr liniyalarini himoyalashda yoki podstansiyaning elektr liniyalari qayerida quriladi?

16. YERLASHTIRISH TIZIMLARINI LOYIHALASH

16.1. Yerlashtirish tizimi haqida umumiy ma'lumotlar

Elektr energiyasidan barcha sohalarda keng foydalanilishi tufayli odamlar kundalik turmushda turli xil elektr qurilmalari bilan aloqada bo'ladi.

Elektr qurilmalarining nosozligi va ishlatish qoidalarining buzilishi sababli ulardagi juda past kuchlanish ham odam sog'lig'iga jiddiy zarar yetkazishi va hatto hayotiga xavf solishi mumkin. Insonning elektr toki bilan shikatlanish xavfini kamaytirish uchun elektr qurilmalaridan xavfsiz foydalanish qoidalarini bilish shart.

Odamning elektr toki bilan shikatlanishi elektr jarohati va elektr (tok) ta'siri bilan farqlanadi. Elektr jarohatlarga kuyish, elektr yoy razryadi bilan tananing, ko'zning shikastlanishi, elektr toki ta'sirida biologik faoliyatning buzilishi, sinish, chiqish va shunga o'xshash mexanik shikastlanishlar kiradi.

Odam tanasidan elektr toki o'tganda uni qizdiradi. Odam tanasidagi elektr qarshilik qanchalik kichik bo'lsa, uning tok bilan ta'sirlangan tana qismidan o'tuvchi tok shuncha katta bo'ladi. Kuchlanishning kattaligi ham tok bilan ta'sirlanish jarayonini jadallashtiradi. Odatda inson tanasidan tok o'tganda ba'zida kuchli qizish hodisasi yuz beradi va oqibatda organizmdagi hujayra to'qmalarida kuyish yuz beradi. Kuyish o'rni qanchalik chuqur va katta bo'lsa, uni davolash jarayoni ham shuncha uzoq davom etadi va hatto ko'pchilik holatlarda davolash samara bermasligi va yoqimsiz jarohatlar izini qoldirishi mumkin.

Inson tanasining elektr toki bilan ta'sirlanishida ichki a'zolar ham shikastlanishi mumkin. Elektr toki ta'siri 25–100 mA bo'lganda ham kuchlanishning darajasiga bog'liq holda tokdan yengil yoki kuchli jarohatlanish mumkin. 10 mA gacha bo'lgan tok inson hayoti uchun xavfsiz bo'lsada, yoqimsiz ta'surot qoldiradi. Agar inson organizmidan o'tuvchi tok 10–25 mA dan oshsa, qo'l va oyoq muskullari tortishib qolishi mumkin. Natijada odam o'zini tok o'tkazuvchi qismdan mustaqil ajratib ololmaydi. Bun-

day tok 15–20 sekunddan ko'p ta'sir qilsa, odamning nafas olishi qiyinlashadi va butkul to'xtaydi. Agar inson organizmidan oquvchi tok 100 mA dan ortiq bo'lsa odam biologik o'lim holatiga tushib qoladi.

Odam tansidan o'tuvchi tok miqdori, tok oqayotgan tarmoqdagi u tekkan kuchlanish va tok chastotasiga hamda odam tanasining elektr qarshiligiga, odamning kayfiyatiga, vazniga, jismoniy chiniquqligiga, terisining holati kabi faktorlarga bog'liq. Agar odam terisi quruq, shikastlanmagan bo'lsa uning elektr qarshiligi 10–100 kOm atrofida bo'ladi. Bunday terining qalinligi 0,05–0,2 mm bo'ladi. Odamning elektr qarshiligi zax, changli muhitda va atrof-muhit temperaturasi yuqori bo'lganda (chunki bunda tana ter bilan qoplanadi) eng kichik qiymatga ega bo'ladi.

Odam tanasi to'qimalaridagi hujayralarning elektr qarshiligi 800–1000 Om dan oshmaydi. Shuning uchun xavfsiz kuchlanishning qandaydir miqdori haqida so'z yuritish mushkul. Elektr qurilmalarni ishlatishdagi ko'p yillik tajriba shuni ko'rsatdiki, eng yomon sharoitli xonalar uchun 36 V gacha bo'lgan kuchlanishlarni xavfsiz kuchlanishlar deb hisoblash mumkin. Shuningdek, quruq xonalarda odam tanasining elektr qarshiligi bir necha o'n ming Om ga yetadi, shuning uchun bu holda 100 V atrofida-gi kuchlanish ham xavfsiz bo'lishi mumkin. Odam tanasi orqali o'tuvchi tokni oldindan aniqlash mumkin. Shu sababli, amalda xavfsiz shartlar chegarasini belgilashda «xavfsiz tok»ka emas, balki «xavfsiz kuchlanish»ga amal qilinadi.

Elektr qurilmalarning qoidalarida atrof-muhit sharoitlariga qarab quyidagi xavfsiz kuchlanish kattaliklari belgilangan: 65 V, 36 V, 12 V. Bunday kuchlanishli elektr qurilmalar (ko'chma yoritish lampalari va elektrlashtirilgan qo'l asboblari) kichik kuchlanishli qurilmalarga kiradi. 65 V li elektr qurilmalar past kuchlanishli qurilmalarga kiradi.

Agar elektr qurilmalarning kuchlanishi yerga yoki elektr mashinalar hamda uskunalarining asosiga nisbatan olganda 250 V dan kichik bo'lsa, bunday qurilmalar past kuchlanishli elektr

qurilmalar deb ataladi. Agar elektr qurilmalarning kuchlanishi yerga yoki elektr mashinalar hamda uskunalarning asosiga nisbatan olganda 250 V dan katta bo'lsa, ular yuqori kuchlanishli qurilmalar deb ataladi va ularga yuqori kuchlanishli qurilmalarni ishlatish qoidalari tatbiq etiladi.

Xavfsizlik texnikasida ko'zda tutilgan qator himoya vositalari va tadbirlarini qo'llash elektr qurilmalarining xavfsiz ishlashini ta'minlaydi.

Bunday tadbirlarga hamma tok o'tkazuvchi qismlarni maxsus himoya to'siqlari yordamida himoyalash, elektr qurilmalarini himoyali yerga yoki nolga ulash vositasiga biriktirish, himoyalovchi tagliklar, rezina kalish, qo'lpoq va boshqa himoyalovchi vositalarni qo'llash, past kuchlanishdan foydalanish va hokazolar kiradi.

Sanoat korxonalaridagi qurilmalarning tok o'tkazuvchi barcha qismlari yaxshilab izolyatsiyalanadi yoki tok o'tkazmaydigan material bilan qoplanadi. Shu tufayli odam tanasining tok o'tkazuvchi qismlarga tegib ketish ehtimoli bartaraf qilinadi. Korxona-ning uch fazali elektr tarmogi uch simli va to'rt simli bo'lib, elektr energiyani transformatorlardan oladi. Uch simli tarmoqda transformatorning neytrali izolyatsiyalanadi (yer bilan ulanmaydi). To'rt simli tarmoqda transformator neytrali neytral (nol) sim bilan biriktirilgan va yer bilan mustahkam ulangan bo'ladi.

Elektr qurilmalarni yerga va nolga ulash. Elektr qurilmalar normal holda kuchlanish ta'siridan xoli bo'ladi, ammo izolyatsiya-ning shikastlanishida kuchlanish ta'siriga tushib qoladigan barcha qismlar aytalab yerlashtirish qurilmalariga ulab qo'yiladi. Bunday ulanish himoyali yerga ulanish deb ataladi (16.1- va 16.2-rasmlar).

Himoyali yerga ulash tasodifan kuchlanish ta'siri ostida bo'lib qolgan elektr qurilmalarning metalli qismlarini shikastlanishdan saqlaydi. Himoyali yerga ulashning ishlash prinsipi elektr quril- maning ochilib qolgan tok o'tkazuvchi qismining qobiqqa ulanib qolishi va boshqa sabablar tufayli vujudga keluvchi tegib ketish va qadam kuchlanishining xavfsiz qiymatlargacha pasayishiga asoslangan.



16.1-rasm. 10/0,4 kV li quruq transformatorning yerlashtirish tizimiga ulanishi.



16.2-rasm. Vertikal holatda o'rnatilgan elektr dvigatelning yerga ulanish konturiga ulanishi.

Yerga ulanmagan korpusga odam tekkanda (16.3-rasm) undan yerga o'tuvchi tok I_e to'liq o'tadi, ya'ni $I_h + I_e$ bo'ladi. Bu hol odam qurilma fazalaridan birining tok o'tkazuvchi qismlariga tekkani bilan barobardir.

Qobig'i yerga ulangan qurilmalarda ta'minlanuvchi tizimdagi fazalardan biri bilan kontaktga ega bo'lgan hol uchun unga

odamning tegib ketishi 16.1-rasmda ko'rsatilgan. Yerga o'tuvchi I_e tokning bir qismi I_h odam tanasi orqali, uning katta qismi I_e esa yerga ulash qurilmasi orqali o'tadi. Boshqacha aytganda, korpus yerga ulagichga ulanganda $U_e + I_{yer}$ kuchlanish ta'sirida bo'ladi.

Agar yerga ulagich qarshiligi kamayishi bilan yerga o'tuvchi tok ko'paymasa, u holda himoyali yerga ulash samarali bo'ladi. Bu hol neytral izolyatsiyalangan tarmoqlarda sodir bo'ladi. Bunda fazalardan biri yerga mustahkam ulanganda yoki yerga ulangan korpusga tekkanda tok kuchi yerga ulagichning elektr o'tkazuvchanligi (yoki qarshiligi)ga bog'liq bo'lmaydi.

Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan, neytral yerga ulangan tarmoqlarda himoyali yerga ulash samarasizdir, chunki fazalardan birini yerga mustahkam ulanganda tok yerga ulagichning qarshiligiga bog'liq bo'lmaydi va uni kamaytirish bilan ortadi.

Kuchlanish ta'siri ostida bo'lishi mumkin bo'lgan metall tok o'tkazmaydigan qismlarni nolli sim bilan oldindan ishonchli biriktirish nolgacha ulash deb ataladi.

Odatda tokdan ta'sirlanish tok o'tkazuvchi qurilmalar va o'tkazgichlardagi izolyatsiya qavatining buzilishi yoki shikastlanishi, izolyatsiya xususiyatining pasayishi natijasida yuzaga keladi. Bunday holatlarda ishchi va xizmatchilarni tokdan ta'sirlanishining oldini olish uchun ishchi mashinaning tashqi qobig'i yerlashtirish tizimiga ishonchli qilib ulanishi shart.

Loyiha obyektlarida quyidagi qismlar yerlashtirish tizimlariga bevosita ulanadi:

- elektr dvigatellar, transformatorlar, yoritish qurilmalari, uskuna va qurilmalarning qobiqlari;
- elektr uskunalarining yuritmalari;
- o'lchov transformatorlarining ikkilamchi chulg'amlari;
- tarqatish shitlari va shkaflari, boshqaruv shitlarining qobig'i yoki asoslari;
- tarqatish qurilmalarining asoslari, kabel qurilmalari, kabel muftalarining qobiqlari, po'lat quvurlar, elektr o'tkazgichlar, simlar va kabellarning tashqi zirhlari.

■ havo liniyalaridagi sim ustunlarning metall o'zaklari, metall sim ustunlar va sim ustunga o'rnatilgan ajratkichlarning metall asoslari, razryadlash qurilmalarining yerga ulanish qismlari yerga ishonchli ulanishi shart.

Quyilagi holatlarda yerlashtirish tizimlariga ulashga zaruriyat yo'q:

■ yerlashtirish tizimiga ulangan yagona asosga o'rnatilgan qurilma va uskunalar;

■ qobig'i yerlashtirish tizimiga ulangan tarqatish, taqsimlash shkaflarining metall qobig'iga va asosiga o'rnatilgan rele himoya vositalari, o'lchov va nazorat qurilmalari va h.k.

■ ochiladigan yoki harakatlanadigan sim to'rtli yoki yaxlit to'siqli.

Kuchlinishi turlicha bo'lgan elektr qurilmalar va uskunalar umumiy yerlashtirish tizimiga ulanadi.

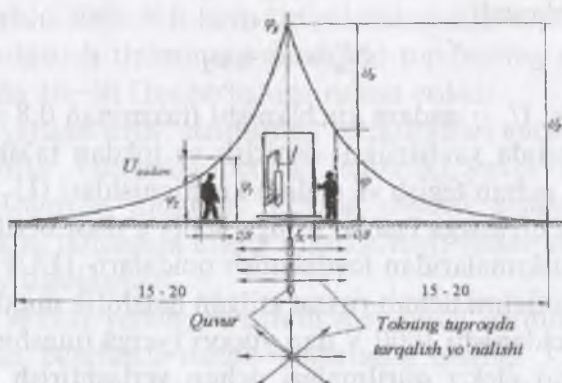
16.2. Loyihalanayotgan yerlashtirish tizimlariga qo'yiladigan talablar

Elektr stansiya va podstansiyalardagi yuqori va past kuchlanishli qurilmalardagi (sim ustunlaridagi — izolyatorlar, kabellarning fazalararo izolyatsiyasi, moy o'chirgichidagi tirkak, tortqilash izolyatorlari va h.k.) izolyatsiyaning buzulishi ushbu uskunaning izolyatsiyalangan asosi orqali tokning yerlashtirish tizimiga oqib o'tishiga olib keladi (16.1-rasm). Tuproq tarkibi bir jinsli (bir xil) bo'lganda tok teng taqsimlanib bir maromda oqib o'tadi [8, 9, 11].

Ushbu rasmda tok tarqalishining grafigi keltirilgan bo'lib, eng katta potensial yerga qoqilgan quvur (φ — yerlatgichning potentsiali)ga to'g'ri keladi. Agar yerlashtirish tizimidagi elektr o'tkazgichlardagi potensial miqdorini e'tiborga olmaydigan bo'lsak, u holda xuddi shunday katta miqdordagi potensialga yuqori kuchlanishli moy o'chirgichning metall asosi ega bo'ladi. Yerlashtirish quvuri yaqinida potensial keskin so'nadi va quvurdan 15–20 m masofada uning qiymati juda past darajada bo'lib hatto

nolga ham teng bo'lishi mumkin. Nolli potensialga ega bo'lgan nuqtani yer deb atash to'g'ri bo'ladi.

Yerlashtirish tizimining qarshiligi yerlashtirish qurilmasining qarshiligi va yerlashtirish uchun xizmat qiluvchi elektr o'tkazgichlar yig'indisidan tashkil topadi.



16.3-rasm. Bitta yerlatgichdan iborat bo'lgan yerlashtirish tizimidagi tokning tuproqda tarqalishi.

Odatda yerlashtiruvchi elektr o'tkazgichlarning qarshiligi juda sezilarsiz miqdorda kichkina bo'ladi. Yerlashtirish o'tkazgichining qarshiligini e'tiborga olmagan holat uchun yerlashtirish tizimidagi qarshilik — R_{yer} hisoblanganda u quyidagi ifodadan topiladi:

$$R_{yer} = \frac{U_{yer}}{I_{yer}}$$

Bu yerda: U_{yer} — yerga nisbatan yerlashtirish kuchlanishi; I_{yer} — yerga tutashish toki.

Agar elektr qurilmaga xizmat ko'rsatuvchi shaxs qo'li bilan bir fazadagi izolyatsiyasi buzilgan elektr uskuna (moy o'chirgich) ning qobig'iga tegib ketsa, tokka tekkan shaxsning qo'li va oyog'i o'rtasidagi kuchlanish (16.3-rasm) quyidagicha hisoblanadi:

$$U_T = \varphi_{yer} - \varphi$$

Bu yerda, U_T – tegish kuchlanishi, ya'ni shaxsning bir vaqtning o'zida tok o'tkazuvchi qismlarga tegish nuqtasi (qo'l va oyog'i tekkan nuqta).

Agar shaxs bir fazadagi izolyatsiyasi buzulgan qurilmaga yaqin kelsa, uning oyoqlari orasidagi qadam kuchlanishi quyidagi ifodadan hisoblanadi:

$$U_k = \varphi_1 - \varphi_2$$

Bu yerda, U_q – qadam kuchlanishi (taxminan 0,8 m).

Loyihalashda xavfsizlikni oshirish va tokdan ta'sirlanishning oldini olish uchun tegish va qadam kuchlanishlari (U_T va U_q) juda kichkina qiymatga ega bo'lishiga jiddiy e'tibor beriladi.

«Elektr uskunalaridan foydalanish qoidalari» (EUFQ)ga ko'ra yerlashtirish tizimi uchun ruxsat etilgan qarshilik miqdorlari joriy etilgan. Kuchlanishi 1000 V dan yuqori (yerga tutashish toki 500 A dan katta) elektr qurilmalari uchun yerlashtirish tizimining qarshiligi 0,5 Om ruxsat etilgan. Bunday kuchlanishda ishlovchi elektr uskunalar uchun yerlashtirish kuchlanishi U_{yer} ning miqdori belgilab berilmagan.

Kuchlanishi 1000 V gacha va 1000 V dan yuqori elektr uskunalar bir vaqtda ulanadigan yagona yerlashtirish tizimi uchun «EUFQ» ga ko'ra 125 V dan ortmasligi, faqat 1000 V dan yuqori elektr uskunalar ulanadigan yerlashtirish tizimlaridagi ruxsat etilgan kuchlanish 250 V dan oshmasligi kerak. Bunday tizimlar uchun yerlashtirish tizimining qarshiligi quyidagi ifodadan topiladi:

$$R_{yer} \leq \frac{125}{I_{yer}}$$

Bu yerda, I_{yer} – yerga tutashish hisob toki.

Agar yerlashtirish tizimiga faqat kuchlanishi 1000 V dan yuqori qurilmalar ulansa yerlashtirish tizimining qarshiligi quyidagicha hisoblanadi:

$$R_{yer} \leq \frac{250}{I_{yer}}$$

Kompensatsiyalash qurilmalari bilan jihozlangan tarmoqlar elektr ta'minot tarmog'idan ajratilganda qoldiq toklari paydo bo'ladi, kompensatsiyalanadigan yoki hisob toki sifatida yerga tutashuvchi 30 A gacha bo'lgan tok olinadi.

Har qanday holatda ham R_{yer} 10 Om dan oshmasligi shart.

Kuchlanishi 1000 V li havo liniyalaridagi sim ustunlar ulanadigan yerlashtirish tizimining qarshiligi tuproqning qarshiligiga bog'liq holda 10–30 Om bo'lishiga ruxsat etiladi.

Sun'iy yerlashtirish tizimining elektrodleri uchun odatda metall quvurlar, burchakli metallar (ugolnik), yaxlit metall o'zak (sterjen)lar olinishi mumkin. Loyiha obyekti uchun har qanday materialni tanlashda uning ishonchliligi, elektr xavfsizligi va narxi asosiy hisoblanadi.

Odatda vetikal yerlatgich uchun metalning qalinligi muhimdir, masalan burchakli metall devorining qaliligi 3,5 mm dan kam bo'lmagan po'lat, diametri 6 mm dan kam bo'lmagan metall o'zaklar, gorizontal yotqizish uchun qalinligi 4 mm dan kam bo'lmagan metall tasmalar yoki umumiy kesim 48 mm² dan kam bo'lmagan o'tkazgichlar tanlanadi.

Tuproqning solishtirma qarshiligi uning tarkibi, solishtirma zichligi, namligi va haroratiga bog'liq bo'lib, u $0,3 \cdot 10^4$ dan $1,3 \cdot 10^4$ gacha oraliqda bo'ladi.

Tarqatish qurilmalari, xonalar, binolarning ichidan o'tuvchi yerlashtirish tizimlari gorizontal holatda xonaning ichki devori tevaragidan o'tkazilib yerlashtirish mumkin bo'lgan barcha qurilmalarni ulashga qulay qilib o'rnatiladi. Elektr uskunalar qo'big'ini ketma-ket qilib yerlashtirish tizimiga ulash ruxsat etilmaydi. Magistrал shinalardan qurilgan yerlashtirish tizimi shinalar va o'tkazgichlari kamida ikki karra ishonchli qilib ulanishi shart.

Magistral yerlatish o'tkazgichlari ochiq holda bo'lishi shart. Yerlashtirish tizimidagi o'tkazgichlar qora rangga bo'yaladi.

Yerlashtirish tizimining o'tkazgichlari boshqa rangga bo'yalganda ulanish joylarida qora rangdagi qo'sh liniyalar tortiladi. Qora chiziqlar orasidagi masofa 150 mm bo'lishi kerak.

Yerlashtirish tizimlari uchun o'tkazgichlar tanlashda qisqa tutashuv toklari yerga o'tgan pastdagi harorat 400°C dan ortmasligi, faza o'tkazgichga nisbatan 1/3 miqdorida tanlanishi shart (16.1- va 16.2-jadvallar).

16.1-jadval

Yerlashtiruvchi o'tkazgichlar va po'lat yerlatgichlarning minimal o'lchamlari

Yerlashtirish o'tkazgichi va yerlatgichni o'rnatish o'rne	Dumaloq yerlatgichlarning va o'tkazgichlarning diametri, mm	To'g'ri burchakli o'tkazgich va yerlatgichlar		Yerlatgichlar	
		Kesimi, mm ²	Qalinligi, mm	Burchakli po'latda devorning qalinligi, mm	Po'lat quvurlarda devorning qalinligi, mm
Bino ichida	5	24	3	2	1,5
Tashqi qurilmalarda	6	48	4	2,5	2,5
Yerda	6	48	4	4	3,5

16.2-jadval

Kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan elektr qurilmalardagi mis va aluminiy elektr o'tkazgichlarning minimal kesimi

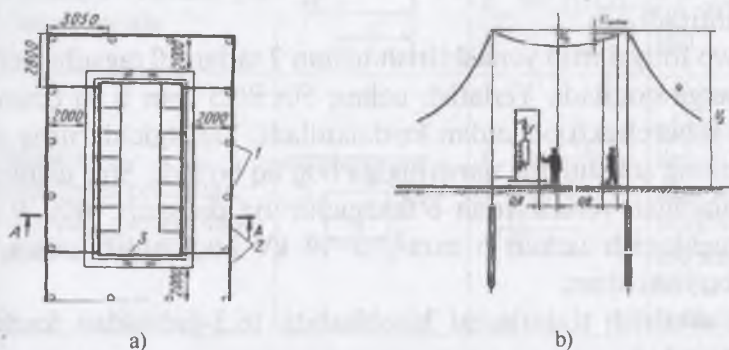
Nomlanishi	O'tkazgichlarning kesimi, mm ²	
	Mis	Aluminiy
Izolyatsiyalanmagan o'tkazgichlar ochiq holda yotqizilganda	4	6
Izolyatsiyalangan simlar	1,5	2,5
Kabellar, izolyatsiyalangan o'tkazgichlar faza simi bilan yagona izolyatsiya ichida o'tkazilganda	1	1,5

Kuchlanishi 380/220 V li generatorlar va transformatorlarning neytral ulanadigan yerlashtirish konturining qarshiligi 4 Om gacha bo'lishi shart.

Elektr qurilmalardagi neytral nuqtasi ishonchli izolatsiyalangan elektr qurilmalarning fazalararo qisqa tutashuvi va yerlashtirilgan o'tkazgichlar bilan qisqa tutashuvida avtomatik ajratish qurilmalari bilan jihozlanishi shart.

Kuchlanishi 220/380 V li uskunalarni qayta yerlashtirishda kesimi 4 mm^2 li mis yoki kesimi 10 mm^2 dan kam bo'lmagan o'tkazgichlar orqali bajarish ko'zda tutiladi.

Tarqatish qurilmalarini yerlashtirish tizimiga ulash 16.2-rasm-da berilgan. 12 ta yacheykadan tashkil topgan tarqatish qurilmasining o'lchamlari va tarqatish qurilmasi ichidagi uskunalarni ichki yerlashtirish tizimiga ulash tartibi A-A kesim orqali tasvirlangan.



16.4-rasm. Tarqatish punktining yerlashtirish tizimi va potensialning taqsimlanishi: 1 — quvurdan yasalgan yerlatgich; 2 — po'lat shina; 3 — ichki yerlashtirish magistrali; 4 — potensial taqsimlanishining egri chiziqlari.

Odatda tarqatish qurilmalari uchun yerlashtirish konturini qurishda diametri 50 mm li uzunligi 2,5–3 m li po'lat quvurlar ishlatiladi. Yerlashtirish quvurlari yoki qoziqlari $40 \times 4 \text{ mm}^2$ li po'lat tasmlarni payvandlash yo'li bilan bajariladi. Shina o'tkazgichlari yer sathidan 0,5–0,8 m chuqurlikda joylashtirib chiqiladi. Yerlashtirish qoziqlari shunday hisob bilan qoqilishi kerakki, uning eng

yuqori qismi yer sathidan 0,5–0,7 m chuqurlikda bo'lsin. Tarqatish qurilmasi ichida o'lchamlari 25–4 mm² li shina tasmlar bino ichidan oyoq ostidagi to'shamadan 15–20 sm balandlikda devorga mahkamlangan holda tortib chiqiladi. Komplekt tipdagi transformatorlar uchun yerlashtirish tizimi metall shkaflarning ichiga metall tasmlarni payvandlash yo'li bilan mahkamlab chiqiladi.

Tuproqning solishtirma qarshiligi $1 \cdot 10^4$ Om·sm bo'lsa 16 tayyorlatish qozig'i qoqilganda $R_t = 5,4$ Om bo'lib yerlashtirish o'tkazgichining uzunlini 50 m va qarshiligi 8,5 Om, kuchlanishi 1000 V gacha va undan yuqori kabel zirhining qarshiligi 2 Om bo'lsa yerlashtirish tizimining qarshiligini topamiz:

$$R_{\text{yee}} = \frac{5,4 \cdot 8,5 \cdot 2}{5,4 \cdot 8,5 + 5,4 \cdot 2 + 8,5 \cdot 2} = 1,24 \text{ Om}$$

EUFQ ga ko'ra $I_{\text{yer}} = 100$ A bo'lsa ushbu ko'rsatkich talabni qanoatlantiradi.

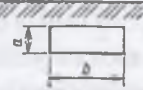
Havo liniyalarini yerlashtirish uchun 2 tadan 10 tagacha yerlatgich yerga qoqiladi. Yerlatish uchun 50x50x5 mm li va uzunligi 2,5 m li burchakli po'latdan foydalaniladi. Yerlatgichlarning soni tuproqning solishtirma qarshiligiga bog'liq bo'ladi. Sim ustundan tushiriladigan yerlashtirish o'tkazgichining diametri 1000 V gacha kuchlanish uchun 6 mm², 6–10 kV kuchlanish uchun 10 mm² bo'lishi shart.

Yerlashtirish tizimlarini hisoblashda 16.3-jadvaldan foydalanish mumkin.

16.3-jadval

Turli yerlatgichlardagi oqadigan tokka bog'liq bo'lgan qarshilikni aniqlash formulalari

Yerlatgichning turi	Yerlatgichning joylashuvi	Formulasi	Eslatma
Vertikal holatda, duma-loq po'latdan; eng yuqori nuqtasi yer sathida		$R_{\text{yer}} = \frac{\rho_{\text{t.z.}}}{2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{4l}{d}$	$l > d$

Vertikal holatda, dumaloq po'latdan; eng yuqori nuqtasi yer sathidan pastda		$R_{*} = \frac{\rho_{r,yu}}{2 \cdot \pi \cdot l}$ $\left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right)$	$l > d$
Gorizontal holatda, tasmasimon po'latdan tortilgan yer sathidan pastda b — po'lat tasmaning kengligi, agar yerlatgich dumaloq bo'lsa d, u holda b=2d		$R_{*} = \frac{\rho_{r,yu}}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2l^2}{b \cdot t}$	$\frac{l}{2 \cdot t} \geq 2,5$ b — po'lat tasmaning kengligi, agar yerlatgich dumaloq bo'lsa d, u holda b=2d
Plastinkali, vertikal; yer sathidan pastda		$R_{*,w} \approx 0,25 \frac{\rho_{r,yu}}{\sqrt{a \cdot b}}$	a va b plastina o'lchamlari
Halqasimon, tasmasimon po'latdan; gorizontal, yer sathidan pastda		$R_{*} = \frac{\rho_{r,k}}{2 \cdot \pi \cdot t \cdot D}$ $\cdot \ln \frac{8D^2}{b \cdot t}$	b — tasmaning kengligi; $t < D/2$; agar yerlatgich dumaloq shaklda bo'lsa — d, u holda b=2d

1-masala. Nasos stansiyalarining elektr tarmog'ida kuchlanishi 10/0,4 kV, quvvati 40 va 63 kVA va 100 kVA transformatorlar o'rnatilgan. Hisobni quvvati 100 kVA transformator uchun bajaring. Kuchlanishi 10 kV tomondagi yerlashtirish tizimi orqali yerga oqib o'tuvchi tokning maksimal qiymati 25 A. Hudud yeridagi tuproqning tarkibi, geologiya xizmati xodimlarining ma'lumotlariga ko'ra qumloq. Klimatik shart-sharoitga ko'ra muzlash bo'yicha 3-tumanda joylashgan. Yerlashtirish tizimini hisoblang.

Yechilishi:

Nasos stansiyalari yer osti suvini yuqoriga ko'tarishda ishlatilishi va yer ostidagi metall quvurlar daydi toklar ta'sirida yemirilishi sababli, tabiiy yerlashtirish tizimi sifatida yer osti quvurlaridan foydalanishning imkoniyati yo'q.

Transformator punktlarini yerlashtirish uchun uning tashqi chegarasi bo'yicha vertikal yerlatish elektrodlarini gorizontal metall o'tkazgich bilan ulab chiqish taklif etiladi. Vertikal elektrod sifatida uzunligi 2 m bo'lgan diametri 15 mm li metall o'zaklarni yerga sanchib yoki burab kiritib o'rnatish mumkin. Metall o'zakli yerlatgichlarning yuqori qismi (gorizontal metall elektrodga ulanadigan) yer sathidan 0,7 m chuqurlikda joylashtiriladi. Metall elektrodلarni o'zaro ulashda, payvandlash usulidan foydalaniladi.

Kuchlanishi 10 kV tomoni uchun «Elektr uskunalardan foydalanish» (EUF) qoidalariga asosan yerlashtirish tizimining qarshiligi quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$R_{\text{yer}} \leq \frac{U_{\text{ish}}}{I_{\text{ish}}}$$

Yerlashtirish tizimi kuchlanishi 1 kV gacha va undan yuqori elektr uskunalarga xizmat qilganligi sababli $U_{\text{ish}} = 125 \text{ V}$ ga teng deb qabul qilinadi.

1. Elektr iste'molchilarni ishonchli himoyalashni ta'minlash maqsadida yerlashtirish tizimining qarshiligi $R_{\text{yer}} = 4 \text{ Om}$ qabul qilingan.

2. Transformator punktining egallagan yer maydoni atrofiga yerlashtirish qoziqlari soniga taqsimlaymiz, yerlatgich metall o'zaklar orasidagi masofa 4 m dan to'g'ri keladi.

3. Tabiiy yerlashtirish tizimi bo'lmaganligi sababli sun'iy yerlatgichning qarshiligini me'yoriy qiymatga teng deb olamiz, ya'ni: $R_{\text{sun.yer}} = R_{\text{yer}} = 4 \text{ Om}$.

4. Gorizontal va vertikal yerlatgichlar uchun tuproqning solishtirma hisob qarshiligini hisoblaymiz:

$$\rho_{his.goriz.} = \rho_{sol.tup.} \cdot K_{ort.goriz.} = 100 \cdot 2 = 200, Om \cdot m$$

$$\rho_{his.vert.} = \rho_{sol.tupr.} \cdot K_{ort.vert.} = 100 \cdot 1,4 = 140, Om \cdot m$$

Bu yerda, $\rho_{sol.tup.}$ — tuproqning solishtirma qarshiligi (qumloq) $100 Om \cdot m$. $K_{ort.gor.}$ va $K_{ort.vyert.}$ gorizontal va vertikal yerlatgichlar uchun ortish koeffitsienti bo'lib, 3-ob-havo tumani uchun vertikal yerlashtirish elektrodleri $K_{ort.vert.} = 2$ va gorizontal holdagi elektrodlar uchun $K_{ort.gor.} = 1,4$ qabul qilinadi.

5. Vertikal holda o'rnatilgan yagona metall o'zakli elektrod uchun tok oquvchi qarshilik quyidagicha topiladi:

$$R_{ya.v.e.} = \frac{\rho_{his.vert.}}{2 \cdot \pi \cdot l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4t+l}{4t-l} \right) =$$

$$= \frac{140}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{16 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 1,7+2}{4 \cdot 1,7-2} \right) = 64,92 Om.$$

6. Har bir vertikal elektrod orasidagi masofani taxminan 2 m deb qabul qilib elektrodslarning taxminiy sonini hisoblaymiz. Bunda, vertikal yerlatgichlar uchun ortish koeffitsienti $K_{ort.vert.} = 0,64$ deb qabul qilamiz. Transformator punkti joylashgan planga ko'ra taxminan 15 ta vertikal elektrod kerak bo'ladi.

Elektrodslar soni quyidagicha hisoblanadi:

$$N = \frac{R_{ya.v.e.}}{K_{sun.vert.} \cdot R_{sun.}} = \frac{64,92}{0,64 \cdot 4} = 25,4 \approx 26 ta$$

7. Gorizontal elektroddan tok oqi bo'tgandagi qarshilikni hisoblaymiz:

$$R = \frac{\rho_{his.gor.}}{K_{sun.gor.} \cdot 2 \cdot \pi \cdot l} \ln \frac{l^2}{dt} = \frac{200}{0,31 \cdot 2,3,14 \cdot 60} \ln \frac{60^2}{0,16 \cdot 0,708} = 21,66 Om$$

8. Vertikal elektrodslarning qarshiligini hisoblaymiz:

$$R = \frac{R_{his.gor.el.} \cdot R_{sun.}}{R_{his.gor.el.} - R_{sun.}} = \frac{21,66 \cdot 4}{21,66 - 4} = 3,9 Om$$

9. Foydalanish ko'effitsienti $K_{\text{foyd.sun.vert.}} = 0,61$ uchun vertikal elektrodlar sonini hisoblaymiz. $N = 20$ va $a/l = (p/20)/2 = 1,5$ uchun, bu yerda $r = 60 \text{ m}$ (elektrodlarning tashqi chiziqli bo'yicha joylashuvi).

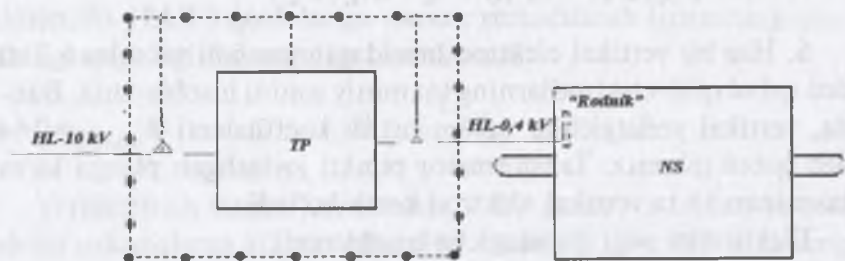
Elektrodlarning haqiqiy sonini hisoblaymiz:

$$N = \frac{R_{\text{ya.vert.el.}} \cdot R_{\text{sun}}}{K_{\text{sun.vert.o'rnat.}} \cdot R_{\text{vert.elektrod}}} = \frac{64,92}{0,61 \cdot 3,9} = 27$$

Hisobga ko'ra 27 ta elektrodni tashqi chiziqli bo'yicha joylashtirib chiqish kerak.

Shartli belgilanishi:

HL-10 kV 	Havo liniyasi va oxirgi sim ustun
	Vertikal va gorizontal yerlatish tizimi



16.5-rasm. Nasos stansiyasidagi transformator punktini yerlashtirish tizimi.

Nazorat savollari:

1. Yerlashtirish tizimi nima va u qanday maqsadda bajariladi?
2. Yerlashtirish va nollashtirishning o'xshashligi va farqi nima-da?
3. Elektr qurilmalarni yerga va nolga ulash nima uchun kerak?
4. Kuchlanishi 380 V (0,4 kV) tarmoqlarda yerlashtirish tizimining ruxsat etilgan umumiy qarshiligi qancha?

5. Kuchlanishi 10, 35 kV va undan yuqori tarmoqlarda yerlashtirish tizimining ruxsat etilgan umumiy qarshiligi qancha?

6. Yerlashtirish uchun qanday materiallardan yasalgan o'tkazgichlar ishlatiladi?

7. Yerlashtirish qurilmasi va o'tkazgichlari qanday usulda ulanadi?

8. Yerlashtirish qoziqlari uchun qanday o'lchamdagi qaysi materiallar ishlatiladi?

9. Yerlashtirish tizimi yer sathidan qancha chuqurlikka ko'milishi kerak?

10. Yerlashtirish o'tkazgichining qarshiligi qanday formula yordamida hisoblanadi?

11. Agar yerlashtirish tizimiga faqat kuchlanishi 1000 V dan yuqori qurilmalar ulansa yerlashtirish tizimining qarshiligi qanday hisoblanadi?

12. Sun'iy yerlashtirish tizimining elektrodlari uchun odatda nimalardan foydalanish mumkin?

17. LOYIHA OBYEKTLARINING TEXNIK IQTISODIY HISOBI

Texnik hisob-kitoblarda qaysidir loyihaga iqtisodiy nuqtayi nazardan baho berish odatiy hol sifatida qabul qilingan yillik keltirilgan xarajat ko'rsatkichlari (X_u) inobatga olinadi.

$$X_u = E_n \cdot K + I, \quad 17.1$$

Bu yerda, K – kapital sarmoya, E_n – samaradorlikning me'yoriy koeffitsienti, (odatda elektr energetika masalalarida 0,12 ga teng deb qabul qilinadi). I – ishlab chiqarish sarflari – elektr energiyasining tannarxi [4, 6].

17.1-formulani iqtisodiy nuqtayi nazardan tahlil etishning mohiyati shundaki, mahsulotning tannarxi, ushbu ishlab chiqarish obyektiga beriladigan sarmoyaning boshqa turdosh korxonalar hisobidan ajratilishi sababli xalq xo'jaligida ma'lum miqdordagi zarar ko'riladi. Shuning uchun mahsulotning narxi, ishlab chiqarishning xarajatlari teng deyishimiz mumkin.

Kapital xarajatlarga ushbu obyektidagi barcha asosiy va aylanma fondlarga sarflanadigan xarajatlarni kiritish mumkin. Yillik sarf-xarajatlarga quyidagilarni kiritishimiz mumkin:

$$X_u = X_{yang} + X_{kt} + X_m + X_{ich} + X_{ee} \quad 17.2$$

Bu yerda, X_{yang} – xizmat muddati to'la tugashi sababli butkul yangilanish uchun sarflanadigan xarajatlar; X_{kt} – uskunani butkul ta'mirlashdagi yoki zamonaviy yangi uskuna bilan almash-tirish uchun ketadigan xarajatlar; X_m – xizmat ko'rsatuvchi ish-chi-xodimlarning moyanasi; X_{ich} – boshqa xarajatlar (uskunani taxt holda saqlash uchun joriy va oraliq ta'mirlashdagi moy, qo'shimcha detallar, yangi ehtiyot qismlar va shunga o'xshash xarajatlar); X_{ee} – elektr tarmog'idagi elektr energiyasi isrofi xarajatlari.

Aksariyat hollarda yillik ishlab chiqarish xarajatlari quyidagi ko'rinishda ham yozilishi mumkin:

$$X_u = X_{am} + C, \quad 17.3$$

Bu yerda, X_{am} — amortizatsiya (tiklash) xarajatlari — uskuna-ning ishdan chiqishi va to'xtab qolishini oldini olish uchun qilina-digan xarajatlarga ajratiladigan sarmoya. S — bitta uskuna uchun yangilanish va kapital ta'mirlashning yillik xarajatlari.

Amortizatsiya (tiklash) xarajatlari, quyidagi (X_{yang} — yangilanish va $X_{k.t.}$ — kapital ta'mirlash) xarajatlar yig'indisidan aniqlanadi:

$$X_{am} = X_{yang} + X_{k.t.}$$

U holda 17.1-formulani quyidagicha yozish mumkin:

$$X = E_n \cdot K + C = E_n \cdot p_{am} \cdot K + C = (E_n + p_{am}) \cdot K + C = p \cdot K + C \quad 17.4$$

Bu yerda, r_{am} — umumiy amortizatsiya chegirimlari koeffit-sienti bo'lib u quyidagicha topiladi:

$$p_{am} = X_{am} / K$$

Keltirilgan xarajatlar quyidagicha topiladi:

$$p = E_n + p_{am} \quad 17.5$$

Texnik yechimlarda keltirilgan xarajatlar bir nechta variant uchun topiladi. Bu paytda keltirilgan xarajatlar o'xshash ishlab chiqarish jarayonlari uchun ishlab chiqilib solishtirishi maqsad-ga muvofiqdir.

Keltirilgan xarajatlarning asosiy me'zoni bu kapital xarajatlar muddatining yil davomida turlicha vaqtlardagi kapital sarmoya kiritish va yillik xarajatlar miqdorining bir vaqtga tenglashtiri-lishidir. Har qanday « t » yilning xarajatlari K_t yoki X_t quyidagi 17.6-formula yordamida t_0 yilga keltirilishi mumkin.

Elektr tarmoqlarining hisobida yillik xarajatlarning yil sa-yin o'zgarib borishini inobatga olish shart. Misol tariqasida elek-tr energiya narxlarining, transport, yonilg'i-moylash material-lari, ehtiyot qismlarining, bojxona va davlat soliqlarining o'zgarib borishini ta'kidlash joizdir.

$$K_0 = \frac{K_t}{(1 + E_{k.x.})^{t-t_0}}, \quad X_0 = \frac{X_t}{(1 + E_{k.x.})^{t-t_0}}, \quad 17.6$$

Bu yerda, $E_{k.x.}$ — bir xil vaqtdagi keltirilgan xarajatlar me'yoriy koeffitsienti (odatda 0,8 ga teng deb qabul qilinadi).

Yuqoridagilarni inobatga olib yillik xarajatlarni quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$X_t = p \cdot K_t + C_p, \quad 17.7$$

Bu yerda, S_t — $[t]$ yildagi amortizatsiya xarajatlarisiz yillik mablag' sarflari, K_t — « t » yilda ishlab chiqarilgan umumiy kapital qo'yilmalar.

Agar bir qancha variantlarni yillar bo'yicha baholash kerak bo'lsa va har bir olingan yildagi xarajatlar o'zgarib turgan bo'lsa yoki ixtiyoriy olingan yillar (birinchi, uchinchi, beshinchi va h.k.) uchun xarajatlarni hisoblashda 17.1-formula yordamida texnik iqtisodiy hisoblarni bajarib aniq ma'lumot olish mumkin emas.

Tejamkorlik sharti 17.7-formuladagi T_v vaqt mobaynidagi yillik minimal xarajatlar olinib bir muddatga keltiriladi. Boshqacha qilib aytganda yuklama ortishini e'tiborga olib elektr tarmoqlaridagi tejamkorlik kriteriyasi sifatida quyidagi kattalik olinadi:

$$Z_s = \sum_{t=1}^{T_v} \frac{Z_t}{(1 + E_{n.p.})^{t-1}} = \sum_{t=1}^{T_v} Z_t \beta^{t-1}, \quad 17.8$$

$$\beta = \frac{1}{1 + E_{n.p.}}, \quad 17.9$$

Yuqorida ta'kidlanganidek loyihaning tatbiq etilishida tejamkorlik kriteriyasi sifatida ishlab chiqariladigan mahsulotning narxi olinadi. 17.8-formula yordamida hisoblanganda T_v vaqt mobaynidagi yillik minimal xarajatlarni variantlar bo'yicha solishtirganda yuqori aniqlik talab etilmaydigan hisoblarda foydalanish mumkin.

Hozirgi paytda umumiy xarajatlarni hisoblash haqida aniq ma'lumotlar yo'q. Haqiqatga yaqinroq hisob sifatida ishga tushiriladigan obyektning ish muddatini olish mumkin. Ammo, elektr ta'minot tizimlarida ishlash muddatini kriteriya sifatida olish aksariyat hollarda to'g'ri bo'lavermaydi. Chunki, ishlab chiqa-

rish jarayonidagi vujudga keluvchi avariylar yoki uskunalarning turlicha ishlab chiqarish quvvati va faoliyat ko'rsatish muddatiga bog'liq holda ushbu kriteriya ham o'zgarishi mumkin.

Olinadigan variantlarni texnik iqtisodiy taqqoslashda har ikkala variant ham bir xil yoki bir-biriga yaqinroq ko'rsatkichga ega bo'lishi mumkin. U holda ushbu variantlardan eng ishonchlirog'i tanlab olinadi.

Ayrim holatlarda texnik iqtisodiy ko'rsatkichlari yuqoriroq bo'lgan variantlarni ham qabul qilish mumkin. Buning uchun elektr energiyasi bilan ta'minlanayotgan obyektning kategoriya-si, elektr iste'molchilarning ish tartibi, yuklama miqdori kabi masalalarga bog'liqdir.

Variantlarni solishtirishda elektr ta'minotining ishonch-liligi, elektr energiyasining sifati, elektr energiyasining isrofi, halokatli holatlardagi avtomatik boshqaruv tizimining ish faoli-yati kabi masalalarga e'tibor beriladi. Ayni paytda taklif etiladi-gan variantning ishga tushishidan ko'riladigan zarar miqdorini aniqlash ham dolzarb muammolardandir va uni ham inobatga olish shart.

Bir qator loyihalarda ishlab turgan elektr ta'minot tizimini yangilash yoki qaytadan tiklash, kengaytirish kabi masalalar-ga yechim topish talab etiladi, shu sababli iqtisodiy hisoblarda bu muammo yechilishi lozim. Bu paytda qaytadan ishlatilayot-gan uskunalarning likvid X_l narxi umumiy xarajatlardan chegirib tashlanib, keraksiz uskunalarni ko'chirib tashlash ($X_{ko'ch}$) xarajat-lari qo'shiladi. U holda likvid xarajatlari (X_l) quyidagi formuladan topiladi:

$$K_l = K_{b.n.} \left[1 - \frac{P_{ren\%}}{100} t \right], \quad 17.10$$

Bu yerda, $K_{b.n.}$ — uskunaning boshlang'ich narxi; $R_{ren.}$ — yan-gilanish uchun chegirimlar miqdori; t — elektr uskunaning ko'chirib tashlashgacha bo'lgan xizmat qilish muddati (yillar).

1-masala. Yuqori kuchlanishli podstansiya tomonidan uzatiladigan elektr energiya tannarxi va texnik iqtisodiy ko'rsatkichlarni hisoblang. Hisobni bir va ikki transformatorli ta'minot manbai uchun bajaring.

Yechilishi:

Texnik iqtisodiy hisob: loyihalanayotgan obyektning joylashgan o'rni, muhiti, yer va suv, iqlim shartlaridan kelib chiqqan holda bir necha variantda bajariladi. Ular ichidan iqtisodiy samarador, ishonchli, arzon va ishlatishda qulay bo'lgan variant tanlab olinadi. Bundan maqsad hisob ko'rsatkichlari bo'yicha eng samarador, sarflangan mablag'larni qoplash koeffitsienti yuqori bo'lgan va sarflanadigan kapital sarmoyani oqlash ehtimoli aniq bo'lgan loyihani ishlab chiqarishga joriy etish va ishlab chiqarish korxonasini kasodga uchrashdan saqlashdan iboratdir. Har qanday obyektida bo'lgani kabi loyihalanayotgan podstansiya uchun xarajatlarni ikki variant bo'yicha yechib ko'ramiz.

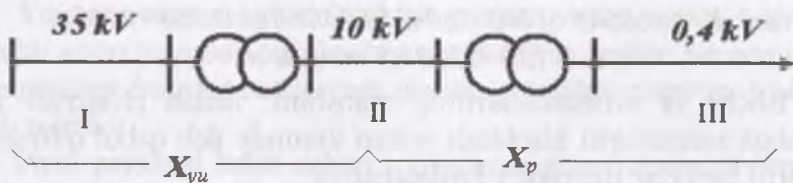
Birinchi variant quvvati 6300 kVA bo'lgan bitta transformatorli podstansiya va ikkinchi variant 2 ta har birining quvvati 2500 kVA bo'lgan transformator podstansiyasi. Taqqoslash uslubini ishlatib, hisob uchun podstansiyaning 3 yillik xarajati va sarmoyasi har bir variant uchun hisoblanadi.

2-masala. Quyidagi rasmda keltirilgan kuchlanishi 35/10 kV li suv xo'jaligi elektr ta'minoti tarmog'idagi sarf-xarajatlar (xq.x.)ni hisoblang. Elektr tarmoqlaridagi iste'molchilar haqidagi ma'lumotlar 17.1-jadvalda berilgan.

17.1-jadval

Elektr iste'molchilar haqida ma'lumotlari

N _o	Ko'rsatkichlari	Qiymatlari	N _o	Ko'rsatkichlari	Qiymatlari
1	K_{TTP} , ming so'm	1111168,0	6	$R_{am.TTP}$, %/yil	6,0
2	K_{110} , ming so'm/km	19300	7	$R_{am.35}$, %/yil	6,8
3	K_{35} , ming so'm /km	8492	8	$R_{am.35}$, %/yil	4,9
4	K_{10} , ming so'm /km	3860	9	$R_{am.10}$, %/yil	5,7
5	K_6 , ming so'm /km	2933,6	10	$R_{am.10}$, %/yil	6,8



17.1-rasm. Suv xo'jalik iste'molchilarini elektr energiyasi bilan ta'minlash sxemasi:

I – 35 kV kuchlanishli energiya ta'minot tizimining shinalari; II – 10 kV li TP shinalari; III – past kuchlanishli elektr iste'molchilarining ulanish nuqtasi.

X_{yu} – kuchlanishi 35/10 kV li tarmoqdan elektr energiyasini uzatish xarajatlari;

X_p – kuchlanishi 0,4 kV li tarmoqdan elektr energiyasini uzatish xarajatlari.

Yechilishi:

Kuchlanishi 35/10 kV li p/st shinalaridagi yuklama $R = 1600$ kVt ga teng. Transformatorning o'rtacha quvvati $S = 2000$ kVA bo'lsa maksimal yuklamadan foydalanish muddatini $T=3000$ s/yil deb hisoblaymiz.

Kuchlanishi 35 kV li liniyaning o'rtacha uzunligi 16 km, kuchlanishi 10 kV li liniyaning umumiy uzunligi 130 km TTP va havo liniyasi (HL) balans qiymati, amortizatsiya chegirimlari haqidagi ma'lumot 17.2-jadvalda berilgan.

Hisobni 35 kV kuchlanishli ta'minot manbai va 10 kV li uzatish elektr tarmog'i va 35/10 kV kuchlanishli 1 ta tuman transformator punkti TTP uchun bajaramiz.

TTP uchun amortizatsiya chegirimlarining me'yori o'rtacha qiymatga keltirilgan va u elektrotexnik qurilmalar uchun $r_{am} = 0,063$ qurilish qismi uchun $r_{am} = 0,040$ ga teng.

Sarf-xarajatlarni quyidagi tartibda hisoblaymiz.

Kapital sarflar miqdori quyidagicha hisoblanadi:

$$K = 61760 + 6948 \times 16 + 3795,6 \times 130 = 654656 \text{ ming so'm}$$

Kapital sarmoyadan ajratilgan chegirimlar quyidagicha hisoblanadi:

$$En \cdot K = 0,12 \times 654656 = 78558,7 \text{ ming so'm}$$

Umumiy amortizatsiya chegirimlari:

$$ram \cdot K = 0,054 \times 61760 + 0,042 \times 6948 \times 16 + 0,053 \times 3705,6 \times \\ \times 130 = 33504,8 \text{ ming so'm.}$$

Ishchi va xizmatchilarning maoshini, ishlab chiqarish va boshqa xarajatlarni hisoblash uchun umumiy deb qabul qilingan shartli birliklar tizimidan foydalanamiz.

17.2-jadval

Elektr uskunalarning mablag' ko'rsatkichlari

Ko'rsatkichlar	Qiymatlar	Ko'rsatkichlar	Qiymatlar
K_{rip} , ming so'm.	61760	$r_{\text{am, rip}}$, %/yil	5,4
K_{110} , ming so'm /km	13278,4	$r_{\text{am 110}}$, %/yil	7,4
K_{35} , ming so'm /km	6948	$r_{\text{am 35}}$, %/yil	4,2
K_{10} , ming so'm/km	3705,6	$r_{\text{am 10}}$, %/yil	5,3
K_6 , ming so'm/km	2470,4	$r_{\text{am 6}}$, %/yil	4,4

Bunda: kuchlanishi 35 kV li havo liniyasi (HL)ning 1 km = 1,3 ShEB;

kuchlanishi 10 kV li havo liniyasi (HL)ning 1 km = 1,8 ShEB;

1 ta tuman transformator punkti 1 TTP = 60 ShEB teng deb qabul qilingan.

U holda umumiy shartli ekspluatatsiya birligi quyidagicha hisoblanadi:

$$\Sigma \text{ShEB} = 1,3 \times 16 + 1,8 \times 130 + 60 = 315$$

Yil davomidagi 1 ShEB ning qiymati 35 ming so'm deb qabul qilsak, yil davomida maosh va boshqa chegirimlar uchun sarflarni quyidagicha hisoblaymiz:

$$35\,000 \times 315 = 11025 \text{ ming so'm}$$

Tuman elektr ta'minot tashkilotidan yil davomida elektr hisoblagichlar orqali qabul qilingan elektr energiyasining miqdorini $TTP_{\Sigma} = 4800000 \text{ kVt} \cdot \text{s}$ deb olsak. Yillik elektr energiyasi isrofini TTP dan uzatilgan umumiy elektr energiyaning 7% ga teng deb olamiz va u quyidagicha topiladi:

$$\Delta A = 0,07 \times TTP = 0,07 \times 4800000 = 336000 \text{ kVt} \cdot \text{s.}$$

Transformatorning ko'rib chiqilayotgan pog'onasidagi 1 kVt·s elektr energiyasining isrofini hisoblash uchun undan bir pog'ona yuqoridagi transformatsiyalash paytidagi isrofga nisbatan hisoblab topiladi.

Ayni paytdagi holat uchun ushbu xarajatlarni energiya tizimi shinalaridagi energiyaxarajatlarining o'rtacha qiymatiga teng deb olamiz va u:

$$X_{o.t.} = 20,54 \text{ so'm}/(\text{kVt} \cdot \text{s})$$

U holda elektr energiyasi isrofining yillik xarajatlari quyidagicha hisoblanadi:

$$X_{e.e.i.} = 20,54 \times 336\,000 = 6901,44 \text{ ming so'm}.$$

1 kVt solishtirma quvvatga mos keluvchi mablag' sarfi (Mv)ni hisoblaymiz:

$$\begin{aligned} M_e &= \frac{E_k \cdot K + p_{om} \cdot K + X_{e.e.i.}}{P} = \frac{(78744 + 335084 + 690144) \cdot 10^3}{1600} = \\ &= \frac{119153840}{1600} = 7447115 \text{ so'm}/(\text{kVt} \cdot \text{s}) \end{aligned}$$

Tuman transformator punkti orqali transformatsiyalash pog'onasidagi uzatilgan elektr energiya xarajatlari 10 kV kuchlanishli tarmoq uchun $T_{10} = 3000$ soat/yil bo'lsa o'rtacha keltirilgan xarajatlar quyidagicha hisoblanadi:

$$X_{u.m.} = \frac{M_e}{T_{10}} = \frac{74471,15}{3000} = 24,8 \text{ so'm}/(\text{kVt} \cdot \text{s})$$

2-masala. 17.1-rasmda elektr tarmog'ining ma'lumotlari berilgan. Suv xo'jaligida kuchlanishi 0,38 kV li elektr tarmoqlardagi solishtirma sarf-xarajatlarni hisoblang.

Yechilishi:

Hisobni kuchlanishi 10/0,4 kV bitta TP va undan uzatiluvchi 0,38 kV li havo liniyasi uchun bajaramiz. Transformator punktidagi maksimal quvvat past kuchlanishli shinadan chiquvchi quvvat 63 kVA ga teng deb olamiz. Maksimal yuklamadan foy-

dalanish vaqti $T = 1300 \text{ s/yilga}$ teng. 0,38 kV li liniyalarning o'r-tacha uzunligi 3,5 km, TP ning narxi 1,4 mln so'm, XL ning narxi 2,4 mln so'm/km. Amortizatsiya chegirimlarining me'yoriy koef-fitsienti TP uchun 6,3% ga va 0,38 kV li liniya uchun 6,6% ga teng.

Sarf-xarajatlarni quyidagicha hisoblaymiz:

$$Z = E_n \cdot K + I$$

Bu yerda, K — kapital sarmoya; E_n — samaradorlikning me'yoriy koefitsienti, ($E_n = 0,12$); I — ishlab chiqarilgan mahsulot tan-narxiga teng bo'lgan yillik ishlab chiqarish xarajatlari.

$$I = I_{\text{rem}} + I_{\text{kr.}} + I_e + I_{\text{pr.}} + I_e$$

Bu yerda, $I_{\text{yangi.}}$ — yangilanish uchun amortizatsiya chegirim-lari; $I_{\text{b.i.}}$ — butkul ta'mirlash uchun amortizatsiya chegirimlari; I_m — ishchilarning maoshi; I_{boshqa} — boshqa xarajatlar; $I_{\text{e.e.i}}$ — elektr energiyasi isrofi xarajatlari.

Umumiy kapital qo'yilmalar quyidagicha hisoblanadi:

$$K = 1,4 + 2,4 \times 3,5 = 9,8 \text{ mln so'm.}$$

Normativ chegirmalar:

$$E_n \cdot K = 0,12 \cdot 9,8 = 1,18 \text{ mln so'm.}$$

Umumiy amortizatsiya chegirmalari:

$$\sum p_{at} \cdot K = 0,063 \cdot 1,4 + 0,066 \cdot 2,4 \cdot 3,5 = 0,638 \text{ mln so'm.}$$

Shartli ekspluatatsiya birligi 1 ta TP uchun 2,3; kuchlanishi 0,38 kVli havo liniyasining 1 km uchun 2,0 deb olsak $3,5 \times 2,0 = 7,0$ ga teng. TP va 0,38 kV li havo liniyasi uchun:

$$\Sigma ShEB = 2,3 + 7,0 = 9,3 \text{ teng,}$$

oylik maosh va boshqa chegirimlarni hisoblaymiz.

Yil davomidagi 1 ShEB ning qiymati 35 ming so'm deb qabul qilsak, yil davomida maosh va boshqa chegirimlar uchun sarflan-gan mablag'lar quyidagicha hisoblanadi:

$$35\,000 \cdot 9,3 = 325\,500 \text{ ming so'm}$$

Yillik elektr energiya isrofini transformator punktidan uzatilgan yillik elektr energiya miqdorining 7% ga teng deb olinadi. Isrof uchun solishtirma sarflarni $X_{o.t.} + X_{u.k.}$ deb olinadi (7-masaladagi kabi). U holda yillik elektr energiya isrofi quyidagiga teng:

$$X_{o.t.} = 20,54 \text{ so'm} / (\text{kVt} \cdot \text{s})$$

$$X_{i.kk} = \frac{M_e}{T_{10}} = \frac{7447115}{3000} = 24,8 \text{ so'm} / (\text{kVt} \cdot \text{s})$$

$$I_e = (20,44 + 24,8) \cdot 0,07 \cdot 63 \cdot 1300 = 0,259361 \text{ mln so'm}$$

M_n koeffitsientini, M_v kabi quyidagicha hisoblaymiz:

$$X_{i.k} = \frac{E_n \cdot K + I_e}{P_{10/0,4} T_{0,38}} = \frac{M_e}{T_{0,38}},$$

Bu yerda, $R_{10/0,4}$ — kuchlanishi 10/0,4 kV li TP ning maksimal quvvati; $T_{0,38}$ — kuchlanishi 10/0,38 kV li TP ning maksimal yuklamadan foydalanish muddati.

$$M_n = \frac{1,18 + 0,25}{63} = 27 \text{ so'm} / (\text{kVt} \cdot \text{soat} \cdot \text{yil})$$

$T_{10} = 3000 \text{ soat/yil}$ bo'lganda, ko'rib chiqilayotgan pog'onadagi transformatsiyalash uchun o'rtacha keltirilgan xarajatlar quyidagicha hisoblanadi:

$$Z_n = \frac{M_n}{T_{0,38}} = \frac{27}{1300} = 28,2 \text{ so'm} / (\text{kVt} \cdot \text{s}).$$

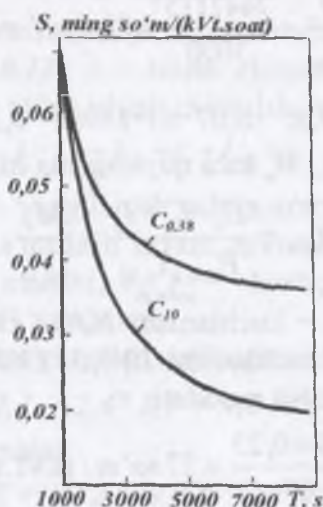
4-masala. Kuchlanishi 10 va 0,38 kV li elektr tarmog'idan ta'minlanuvchi iste'molchilar uchun maksimal yuklamadan foydalanish asosida o'rtacha solishlirma xarajatlarni aniqlang.

Yechilishi:

Kuchlanishi 10 kV li elektr tarmoqlaridan ta'minlanuvchi iste'molchilar uchun elektr energiyasining solishtirma sarflar aniqlanadi:

$$S_{0,38} = Z_s + \frac{M_v}{T}$$

Quyidagi 17.3-rasmda kuchlanishi 10 va 0,38 kV li tarmoqning: $S_{0,38} = f(T)$ va $S_{10} = f(T)$ uchun xarajatlarni belgilash garfigi berilgan. Grafik asosida kuchlanishi 0,38 kV li tarmoq uchun xarajatlarni aniqlash mumkin.



17.2-rasm. Kuchlanishi 0,38 va 10 kV li elektr tarmog'ning solishtirma xarajatlar grafigi.

Hisoblash uchun:

$Z_c = 0,0133$ ming so'm/(kVt $\times$ s) va $M_v = 55$ ming so'm/(kVt $\times$ yil) olingan.

Kuchlanishi 0,38 kV li iste'molchilar uchun elektr energiya-ning keltirilgan xarajatlari quyidagicha hisoblanadi:

$$S_{0,38} = Z_s + Z_v \frac{M_v}{T}$$

Quyidagi 17.3-rasmda kuchlanishi 10 va 0,38 kV li tarmoqning $S_{0,38} = f(T)$ va $S_{10} = f(T)$ uchun xarajatlarni belgilash grafi-

gi berilgan. Ushbu grafik asosida kuchlanishi 0,38 kV li tarmoq uchun xarajatlarni aniqlash mumkin.

$$Z_s = 0,0133 \text{ ming so'm}/(kVt \times s),$$

$$Z_v = 0,0184 \text{ ming so'm}/(kVt \times s),$$

$$T_{10} = 3000 \text{ s/yil uchun}, M_n = 36,8 \text{ ming so'm}/(kVt \times \text{yil ga teng}).$$

Nazorat savollari:

1. Texnik hisob-kitoblar nima maqsadda bajariladi?
2. Elektr ta'minoti obyektlarida kapital sarmoyalarga nimalar kiradi?
3. Amortizatsiya chegirmalari nima?
4. Oylik maosh va boshqa sotsial xarajatlar qanday maqsadlar uchun ajratiladi?
5. Elektr energetikasi sohalarida samaradorlikning me'yoriy koeffitsienti qancha qabul qilinadi?
6. Yillik sarf-xarajatlarga qanday xarajatlar kiritiladi?
7. Yillik ishlab chiqarish xarajatlarini qanday formula yordamida ifodalash mumkin?
8. Keltirilgan xarajatlar qanday hisoblanadi?
9. Olinadigan variantlarni texnik iqtisodiy taqqoslashda har ikkala variant ham bir xil yoki bir-biriga yaqinroq ko'rsatkichga ega bo'lishi mumkinmi?
10. Variantlarni texnik-iqtisodiy taqqoslashda har ikkala variant ham bir xil yoki bir-biriga yaqinroq ko'rsatkichga ega bo'lsa u holda qaysi variant tanlab olinadi?

18. ELEKTR TA'MINOT LINIYALARINI LOYIHALASH

18.1. Elektr o'tkazuvchi simlar va kabellarning tuzilishi va texnik ko'rsatkichlari

Qishloq va suv xo'jaligi obyektlari, nasos stansiyalari va qishloq aholi turar joylarini elektr ta'minot tizimlarini loyihalarida mis, aluminiy va po'latdan yasalgan elektr o'tkazgich simlar, shinalar va kabellar ishlatiladi. Mis va aluminiydan ochiq, bir qavat izolyatsiyali, ikki va undan ortiq qavat izolyatsiyali kabellar havo va kabel liniyalarida keng qo'llaniladi. Po'latdan yasalgan ochiq tok (yakka simli) yoki tross (ko'p sim tolali) elektr o'tkazgichlar asosan yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlarining loyihalarida ishlatiladi. Mis o'tkazgichli simlarning aksariyati izolyatsiyalangan bo'lib, kimyoviy aktiv, namlik yuqori bo'lgan joylardagi elektr tarmoqlarini loyihalashda ishlatiladi. Misning o'tkazuvchanligi yaxshi bo'lishiga qaramasdan aluminiy va po'lat o'tkazgichlarga nisbatan narxining qimmatligi loyihalarda keng foydalanishga monelik qiladi.

Aluminiydan yasalgan ochiq va izolyatsiyali o'tkazgichlar mis va po'latga nisbatan yengil, o'tkazuvchanligi yaxshi (hatto krio o'tkazuvchanlikka ega), egiluvchan, narxi arzon bo'lganligi sababli past va yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlari loyihalarida keng ishlatiladi. Aluminiyli elektr tarmoqlar eng ko'p tarqalgan. Havo liniyalarida aluminiyning mexanik mustahkamligini oshirish maqsadida aluminiy po'lat (AS) yoki mis bilan qoplangan aluminiy (bimetall) o'tkazgichlar keng ishlatiladi. Aluminiy, mis va po'lat o'tkazgichlar o'zlarining mexanik, fizik va elektrik xususiyatlari bilan bir-biridan keskin farq qiladi.

Mis yuqori elektr o'tkazuvchanlikka ega bo'lgan elektr materialidir. Elektr energetika sohasida ishlatiladigan misning solishtirma o'tkazuvchanligi $\gamma = 53 \text{ m}/(\text{Om}\cdot\text{mm}^2, \text{Sm}\cdot\text{l})$ bo'lib, uning mexanik mustahkamligi ham yuqori. Misning cho'zilish bo'yicha mustahkamligi, ya'ni qo'yilgan mexanik kuchlar bosimiga chidamlilik koeffitsienti $k = 39 \text{ kgs/mm}^2$ hamda zichligi $\delta = 8,9 \text{ g/}$

sm^3 . Kimyoviy aktiv bug'lar, suv va nam ta'sirida mis materiali o'zining yuzasida o'ziga xos yupqa himoya qobig'ini hosil qilishi uning yana bir ijobiy xususiyatidan dalolat beradi.

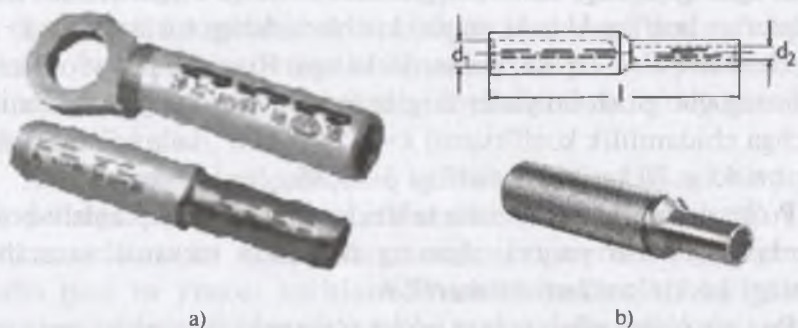
Aluminiy misga nisbatan biroz pastroq o'tkazuvchanlikka ega. Solishtirma o'tkazuvchanligi $\gamma=32 \text{ m}/(Om\cdot mm^2, Sm^{-1})$ ga teng bo'lib solishtirma qarshiligi va zichligi misnikidan keskin farq qiladi, ya'ni $k=16 \text{ kgs}/mm^2$, zichligi esa $\delta=2,75 \text{ g}/sm^3$ ga teng. Aluminiy ham mis kabi namlik va boshqa salbiy muhitning ta'sirida yuzasida oksidli yupqa qobiq hosil qiladi. Ammo, bu qobiq misnikiga nisbatan zaifroq bo'lganligi sababli, tashqi doimiy salbiy ta'sirlar natijasiga bardosh bera olmaydi va nihoyat materialning butkul yemirilishiga olib kelishi mumkin.

Po'lat mis va aluminiyga nisbatan biroz zaifroq o'tkazuvchanlikka ega. Qarshiligi esa o'tkazgichdan o'tuvchi o'zgaruvchan tok miqdoriga bog'liq. U juda yuqori kuchlanishdagi toklarda $\gamma=8-9 \text{ m}/(Om\cdot mm^2, Sm^{-1})$ o'tkazuvchanlikka ega. Bir simli po'lat o'tkazgichning cho'zilish bo'yicha turg'unligi, ya'ni qo'yilgan mexanik kuchga chidamlilik koeffitsienti $k=55 \text{ kgs}/mm^2$, ko'p tolali simda esa $k=65 \div 70 \text{ kgs}/mm^2$, zichligi $\delta=7,85 \text{ g}/sm^3$ ga teng.

Po'lat o'tkazgichlar namlik ta'sirida zang bilan qoplanishi bois ularda yemirilish yuqori, shuning natijasida mexanik mustahkamligi keskin zaiflanishi mumkin.

Buning oldini olish uchun po'lat o'tkazgichlarning yuzasi rux bilan qoplanadi yoki 0,2–0,4% li mis bilan qoplanadi. Amaliyotda aluminiy-po'lat simlardan keng foydalaniladi. Bunday o'tkazgichlarning markaziy (ichki sim tolasi) po'latdan bo'lib tashqi tomonidan aluminiy bilan o'raladi (18.1-rasm). Aluminiy o'tkazgich simlar elektr o'tkazuvchanlikni ta'minlasa po'lat sim elektr o'tkazgichning mexanik mustahkamligini kafolatlaydi. Po'lat o'tkazgichlar ob-havoning salbiy ta'siri talablari asosida IV muzlash rayonlarida va shamol bo'yicha VI, VII rayonlarida ishlatiladi. Ushbu o'tkazgichlarni o'rnatish, sim ustunlarga mahkamlash va montaj qilish bo'yicha talablar havo liniyalari, sim ustunlar bo'limlarda keltiriladi.

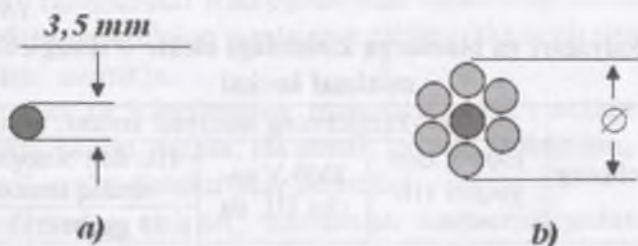
Bimetall elektr o'tkazgichlar mis-aluminiy va po'lat-mis-aluminiy aralashmali bo'lishi mumkin (18.2-rasm). Mis-aluminiy-bimetall o'tkazgichlar, aluminiy va mis simlar elektrolitik usulda bir metall o'tkazgichning usti ikkinchi o'tkazgich metall bilan qoplanadi. Amaliyotda mis-aluminiy uchliklar ham ishlatiladi. Bunday uchliklarning yarmi misdan bo'lib, aluminiy o'tkazgich unga maxsus bosim ostida jipslashtirish (preslash) usulida biriktiriladi. Komplekt tarqatish qurilmalari, transformator podstansiyalarining elektr tarmog'iga ulanish joylari va shunga o'xshash katta tok o'tuvchi qurilmalarning aksariyat kontakt tutashish qismi misdan bo'lganligi sababli o'tish kontakt qarshilikni kamaytirish maqsadida bunday uchliklar tavsiya etiladi.



18.1-rasm. Kuchlanishi 0,4...10 kV li bimetall uchlik va gilzalarning umumiy ko'rinishi: a — mis va aluminiy bimetall uchlik; b — aluminiy va mis bimetall gilza.

Bimetall mis-aluminiy va po'lat o'tkazgichlar ham yuqorida bayon etilgan elektrolitik usulda po'lat o'tkazgich ustiga, aluminiy va mis qatlami yotqizilib yasaladi.

Odatda mis va po'lat simlar bir simlik bo'lishi mumkin, aluminiy simlardan bir simligini havo liniyalarida foydalanish tavsiya etilmaydi. Shu sababli mis simning eng kichik ko'ndalang kesimi $S = 10 \text{ mm}^2$ lisi ruxsat etiladi, po'lat o'tkazgichda esa $S = 5 \text{ mm}^2$ bo'lishi mumkin.



18.2-rasm. Aluminium-po'lat sim o'tkazgichning konstruktiv tuzulishi:
a) bir simli po'lat o'tkazgich; b) aluminium po'lat (AS) o'tkazgich.

Havo liniyalarida elastiklik, mexanik mustahkamlik va egi-luvchanlikni ta'minlash maqsadida asosan ko'p tolali mis, alu-miniy yoki po'latdan yasalgan o'tkazgich simlar ishlatiladi. Ular-dagi simlar soni 7, 12, 19 va 37 ta bo'lishi mumkin.

O'tkazgich materialiga bog'liq holda uning markasi tanlanadi.

Masalan: *M* — mis, *A* — aluminium, *PS* — po'lat simli o'tkaz-gich, *AS* — aluminium va po'lat simli o'tkazgich ma'nosini bildiradi. Simning materiali bilan uning ko'ndalang kesimi ham bel-gilanishi mumkin. *A16* — aluminium sim, 16 mm^2 kesim yuzali ma'nosini bildiradi. Havo liniyalarida quyidagi markadagi eng ki-chik kesimli simlarni ishlatishga ruxsat etiladi: aluminium simli — *A16*, mis — *M10*, aluminium po'lat — *AS16*, po'lat simli — *PS5*, bir tolali po'lat o'tkazgichlardan — *PSO3,5*.

O'tkazgichlarni tanlashda elektr tarmog'idagi kuchlanishning darajasi ham katta ahamiyatga ega. 18.1- va 18.2-jadvalda kuch-lanishga bog'liq holda o'tkazgichning markasini tanlash mumkin.

Havo liniyalari injenerlik kommunikatsiyalari, daryolar va yo'llar bilan kesishganda 35 kV gacha bo'lgan aluminium simli li-niyalarda o'tkazgichning kesimi 35 mm^2 dan aluminium-po'latda esa 25 mm^2 kam bo'lmasligi shart.

Binolarning ichkarisida va yopiq elektr o'tkazgichlarda kesimi $2,5 \text{ mm}^2$ muhofazalangan aluminium simlar ishlatiladi, misdan esa $1,5 \text{ mm}^2$ li va undan yuqorisi ruxsat etiladi.

18.1-jadval

Havo liniyalari va binolarga kirishdagi elektr o'tkazgichlarning minimal kesimi

Elektr o'tkazgichning markasi	O'tkazgichning minimal kesimi, mm ²			
	1000 V dan yuqori HL da	1000 V gacha HL da	HL dan binoga kirish, oraliq masofa, m	
			10 gacha	10–25
Mis	25	6	2,5	4
Po'lat	25	25	12,5 Ø4	12,5 Ø4
Aluminiy	35	16	6	10

Bir simli muhofazalangan simning eng katta kesimi 10 mm^2 bo'lishi mumkin. *APV10* elektr sim o'tkazgich — kesimi 10 mm^2 li aluminiy simli polixlorvinil muhofazali sim ma'nosini anglatadi. Ko'p sim tolali o'tkazgichlarning kesimi $1\text{--}500 \text{ mm}^2$ li bo'lishi mumkin.

18.2-jadval

Kuchlanishga bog'liq holda havo liniyasining elektr o'tkazgich simlarini tanlash

№	O'tkazgich materiali	Kuchlanishga bog'liq holda eng kichik kesimli o'tkazgichning kesimi (mm ²)		
		1 kV gacha	1–35 kV (qishloq joylarida)	35 kV dan yuqori
1	Mis	6	25	
2	Aluminiy	16	25	35
3	Po'lat-aluminiy	10	16	25
4	Bimetall	10	ruxsat etilmaydi	
5	Po'lat ko'p simli	25	25	25
6	Po'lat bir simli (diametri)	4	ruxsat etilmaydi	

Xonalarning ichida harakatlanuvchi ishchi mashinalarni va qurilmalarni elektr o'tkazgichlarni tanlashda, vaqtinchalik elektr ta'minotda shnur (ikkita o'zaro eshilgan ko'p sim tolali izolyatsi-

yalangan o'tkazgich)lar yoki egiluvchan kabel (ikki va undan ortiq muhofaza qavati bilan qoplangan elektr o'tkazgich sim)lar dan foydalanishi mumkin.

Elektr sim va kabellarning muhofaza qobig'i uchun qog'oz, paxta mato, kanop, rezina, lak mato, kapron, poluetilen, polixlor vinil asosli sun'iy dielektriklar ishlatiladi.

Muhofazaning chirish, namlanish va korroziyadan himoyalash maqsadida transformator moyi, smola, mum, turli xil laklar va shunga o'xshagan suyuq dielektriklar ishlatiladi. Kabellar yuqori va past kuchlanishga moslab yasaladi. Izolyatsiya qavatining qalinligiga va kabeldagi faza simlarining soniga qarab ular past yoki yuqori kuchlanishli bo'lishi mumkin (18.3-rasm).

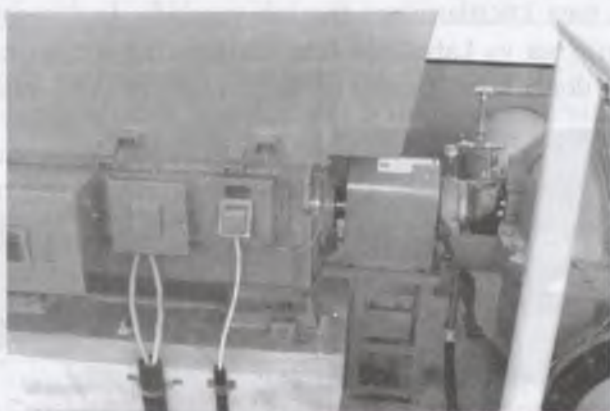


18.3-rasm. Past kuchlanishli kabellar: a) mis o'tkazgichli (ko'p sim tolali),
b) (yaxlit simli) plastmassa izolyatsiyali kabel.



18.4-rasm. Nasos stansiyasining tarqatish qurilmasiga kabel liniyalarining vertikal holatda kirishi.

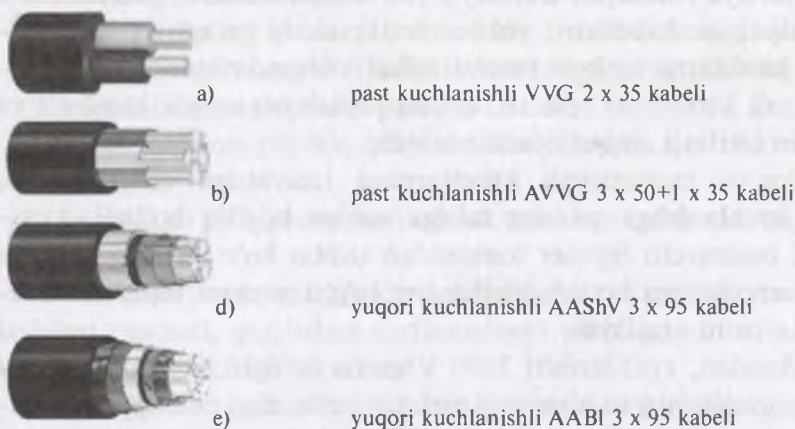
Kabellarda tok o'tkazgichlar mis va aluminiydan yasalgan bo'lib yaxlit yoki ko'p tolali bo'lishi mumkin. Kabellarning shakli va kesim yuzasi: dumaloq, sigmentli va sektorli bo'lishi mumkin. Elektr tizimlarni loyihalashda kuch kabellarining: 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 500; 625; va 800 mm² kesimlilari tanlanishi mumkin. Mis va alumin sim tolali kabellar bir tolali (yaxlit) metaldan yasalganda, yaxlit mis simli kabellar 50 mm² gacha, aluminiy simli kabellar esa 240 mm² gacha tanlab olinishi mumkin.



18.5-rasm. Kabel liniyalarining elektr dvigatelga ulanishi.

Kabellar past va yuqori kuchlanishga moslab yasaladi. Past kuchlanishli kabellardagi muhofaza qobig'i yuqori kuchlanishga nisbatan yupqaroq bo'lib umumiy qobiq muhofazasidan tashqari har bir sim ustiga bir qavat poluxlor asosli yoki rezina asosli muhofaza qavati yotqiziladi. Past kuchlanishli kabellar, kuch va yoritqich kabellariga bo'linadi. Kabellar odatda bir, ikki, uch va to'rt sim o'tkazgichli bo'lishi mumkin. Bir simli kabellar yuqori kuchlanishda (35, 110, 220 kV va undan yuqori) ishlatilishi mumkin. Agar kabellardagi o'tkazgichlarning kesim yuzasi o'zaro teng bo'lsa kuch kabellarini anglatadi. Yoritqich kabellarida simlardan biri boshqalaridan bir pog'ona past kesim yuzali bo'lib u, nol yoki

yerlatish tizimiga ulanish simini anglatadi. Masalan, APPV 4×50 kuch, APPV 3×50 + 1×35 yoritqichlar uchun kabeldir.



18.6-rasm. Sun'iy izolyatsiyali yuqori va past kuchlanishli kabellar:

a) mis o'tkazgichli, ikki qavat venil va geometrik mustahkam, 250 V kuchlanishli kabel; b) aluminiy o'tkazgichli, ikki qavat venil izolyatsiyali germetik mustahkam to'rt simli kabel; d) aluminiy o'tkazgichli, silliq aluminiy qobiqli (yostiqchasiz va zirhsiz) uch simli kabel; e) aluminiy o'tkazgichli, silliq alyuminiy qobiqli, qalin qog'oz yostiqchali, lentasimon o'ralgan po'lat zirhli kabel.

Yuqori kuchlanishli kabellarda nol sim bo'lmaganligi sababli sim tolasi 3 ta bir xil kesimli bo'ladi. Masalan, ASB 3×95 kabeli aluminiy simli qo'rg'oshin (svinets) zirhli, shimdirilgan qog'oz izolyatsiyali 3 ta kesimi 95 mm² simli ma'nosini bildiradi. Kabellarning sim kesimi 16 mm² dan past bo'lsa simlari dumaloq shaklda undan katta kesimlarda esa oval shaklida bo'ladi. Kabel simining shakli uning kesimiga va narxiga ham ta'sir etadi. Bu holat o'z navbatida loyihaning smeta hujjatlariga ta'sir ko'rsatadi. Masalan, oval shaklli kabelning diametri dumaloq kesimli kabelga nisbatan 8–15% ixchamroq, 10–18% yengilroq va 10–15% ga arzonroq.

Shimdirilgan qog'oz izolyatsiyali kabellarda kabel qog'oziga maxsus 80% li braystok va 20% kanifol moddalari shimdiriladi. Ushbu moddalar kabelning izolyatsiya xususiyatini bir necha barobarga oshiradi.

Agar loyiha obyektlarida kabellar vertikal holatda yotqiziladigan bo'lsa shimdirilgan qog'oz muhofazali kabellarni ishlatish tavsiya etilmaydi. Bunday joylar uchun shimdirilgan moddasi oqmaydigan kabellarni yoki sintetik, suniy va quruq izolyatsiyali kabellarni tanlash tavsiya etiladi. Shimdirilgan qog'oz muhofazali kabellarga serezin, quyuq yopishqoq moyli, kanifolli va poliizobitilinni izolyatsiyalilar kiradi.

Qog'oz izolyatsiyali kabellarning izolyatsiya qavatini qalinligi kuchlanishga va sim tolalar soniga bog'liq bo'ladi. Loyihani bajaruvchi injener tomonidan ushbu ko'rsatkichlar haqida ma'lumotga ega bo'lish loyihaning to'g'ri yechim topishida muhim o'rinni egallaydi.

Masalan, kuchlanishi 1000 V gacha bo'lgan qog'oz izolyatsiyali, qo'rg'oshin va aluminiy zirhli kabellardagi belbog' izolyatsiyaning qalinligi mos ravishda 0,75–0,95 mm va 0,5 va 0,6 mm; kuchlanishi 6 kV li kabellarda 2,0 va 0,95 mm; kuchlanishi 10 kV da 2,75 va 1,25 mm ni tashkil etadi. Ko'p sim tolali kabellardan kabel simi ustiga o'ralgan lentaning rangi qizil, yashil va sariq (faza simida) va qora (nol yoki yerlashtirish) bo'ladi.

Kabellarni namlanishdan, suv va havo kirishidan himoyalash uchun bir necha qavatli himoya bilan qoplanadi. Loyihalashda kabellarni yotqizish muhitida ushbu xususiyatlarni e'tiborga olish shart. Kabellarning tashqi himoya zirhini korroziyadan va yemirilishdan saqlash maqsadida po'lat tasma (lenta) ustidan qora mum shimdirilgan kanop bilan qoplangan bo'ladi.

Bunday kabellarni kabel kanallarida, yer ostida, namlik yuqori bo'lgan obyektlardagi yer osti elektr ta'minoti uchun tanlash mumkin.

18.2. Havo va kabel liniyasi loyihalari uchun o'tkazgichni tanlash

Suv xo'jaligi obyektlari va mahallalarda elektr energiyasini uzatish havo va kabel liniyalari vosidasida amalga oshiriladi.

O'tkazgichlarning va kabellarning turi kesim yuzasini tanlashda texnik va iqtisodiy ko'rsatkichlar asosiy o'rinni egallaydi.

Texnik ko'rsatkichlarga:

- ✓ o'tkazgichning yuklama toki ostida qizishi asosida tanlash;
- ✓ o'tkazgichlarni toj razryadlanish shartiga ko'ra tanlash;
- ✓ mexanik mustahkamlik asosida tanlash;
- ✓ qisqa tutashuv paytida qisqa muddatli issiqlik ajralishi bo'yicha tanlash;
- ✓ normal va avariya dan keyingi ish tarzidagi isrofga ko'ra tanlash.

O'tkazgich kesimini iqtisodiy ko'rsatkichlar shartiga ko'ra tanlashdan maqsad, qurilishga sarflanadigan mablag'larni minimal ko'rsatkichga keltirishdan iborat.

O'tkazgichlarni qizish asosida tanlash hisobi tok miqdori asosida amalga oshiriladi. Parallel holatda ishlovchi liniyalarni hisoblashda liniyalardan birortasi ishdan chiqqan buzulishdan keyingi paytdagi tok, hisob toki sifatida qabul qilinadi. Hisob tokining ko'rsatkichi asosida lug'atdan kerakli kesim yuzali o'tkazgich tanlanadi. Kerakli kesim yuzasidagi simlarni qanday muhitda, qaysi usulda yotqizish tartibi 18.3-jadvalda berilgan. Agar o'tkazgich simlar va kabellarni tanlash shartlari jadvaldagidan farq qilsa, uzoq muddatli ruxsat etilgan tok quyidagi formuladan hisoblanadi:

$$I'_{r.e.} = I_{r.e.} \cdot K_{mux} \cdot K_{t.yu.p.} \cdot K_{r.e.t.or.} \quad 18.1$$

Bu yerda, $I_{r.e.}$ — yakka kabel va o'tkazgich simning uzoq muddatli ruxsat etilgan toki, A; K_{mux} — muhitning hisob ko'rsatkichidan farq qiluvchi harorat koeffitsienti; $K_{t.yu.p.}$ — kabellar va o'tkazgich simlarni quvurlarda yoki ko'p qavat qilib yotqizishda tok yuklamasining pasayishini inobatga olish koeffitsienti; $K_{r.e.t.or.}$ — alohida kabellar va o'tkazgich simlarning kerakli yuklanmasligini e'tiborga olish koeffitsienti.

K_{mux} va $K_{t.yu.p.}$ — lug'atlardan olinadi, $K_{r.e.t.or.}$ — qiymati quyidagi formuladan topiladi:

$$K_{\text{kor.}} = 0,4 + 0,6 \cdot \sqrt{\left(1 + 2,3 \lg \frac{n_1}{n}\right)} \quad 18.2$$

Bu yerda, n_1 — kerakli darajada yuklanmagan kabellarning soni; n — guruhdagi umumiy kabellar soni.

18.3-jadval

Muhitning hisob harorati

T.R.	O'tkazgichni yotqizish joyi	Me'yor bo'yicha muhitning harorati, °C
1.	Xona ichida yotqizilgan ochiq va himoyalangan kabellar, shinalar va elektr o'tkazgichlar	25
2.	Qog'oz izolyatsiyali yerda yotqizilgan kabellar, solishtirma issiqlik qarshiligi 120 Om li	15
3.	Xuddi Sunday yerda va quvurda	25
4.	Turlicha sondagi suvda yotqizilgan qog'oz izolyatsiyali kabellar	15

Kabel o'tkazgichlarning kesim yuzasini tanlashda qisqa muddatli ruxsat etilgan yuklamalar e'tiborga olinadi. Qog'oz izolyatsiyali moy shimdirilgan, kuchlanishi 10 kVli kabellarning nominaldan past yuklamada ishlagandagi qisqa muddatli yuklanish toki 18.4-jadvaldan topiladi.

18.4-jadval

Kuchlanishi 10 kV li moy shimdirilgan, qog'oz izolyatsiyali kabellarning ruxsat etilgan qisqa muddatli yuklanishi

T.R.	Dastlabki yuklanish koeffitsienti	Yotqizilish tartibi	Nisbiyga nisbatan ruxsat etilgan yuklanish vaqti, soat		
			0,5	1	3
1.	0,6	Yerda	1,35	1,3	1,15
		Ochiq havoda	1,25	1,15	1,1
		Quvurda (yer ostida)	1,2	1,1	1,0

2.	0,8	Yerda	1,2	1,15	1,1
		Ochiq havoda	1,15	1,1	1,05
		Quvurda (yer ostida)	1,1	1,05	1,0

Elektr tarmoqlarida buzilish yuz berganda uning oqibatlarini bartaraf etish uchun 5 sutkagacha vaqt oralig'ida soz holatda bo'lgan kabellar ortiqcha yuklanish ostida ishlashi mumkin. Ushbu kabellardagi ruxsat etilgan yuklanganlik ko'rsatkichlari 18.5-jadvalda berilgan.

Polietilen va polivinil xlorid izolyatsiyali kabellar uchun buzulishni barataraf etish vaqtidagi ruxsat etilgan yuklanish 10–15% belgilangan bo'lib ushbu ko'rsatkich 5 sutka davomida har kuni 6 soat bo'lib boshqa paytlarda yuklama nominal qiymatga ega deb qabul qilingan. Kuchlanishi 35 va undan yuqori bo'lgan kabellarda yuklanishning ruxsat etilgan qiymatdan ortib ketishiga yo'l qo'yilmaydi.

18.5-jadval

Kuchlanishi 10 kV li moy shimdirilgan, qog'oz izolyatsiyali kabellarning buzulishni baratarf etish paytidagi ruxsat etilgan 5 sutka muddatdagi yuklanishi

T.R.	Dastlabki yuklanish koeffitsienti	Yotqizilish tartibi	Nisbiyga nisbatan ruxsat etilgan yuklanish vaqti, soat		
			0,5	1	3
1.	0,6	Yerda	1,5	1,35	1,25
		Ochiq havoda	1,35	1,25	1,25
		Quvurda (yer ostida)	1,3	1,2	1,15
2.	0,8	Yerda	1,35	1,25	1,2
		Ochiq havoda	1,3	1,25	1,25
		Quvurda (yer ostida)	1,2	1,15	1,1

Toj razryadlanish shartiga ko'ra faqat havo liniyalaridagina minimal ruxsat etilgan kesim yuzani tanlash mumkin. Juda kichik standart kesim yuzali kabellar uchun toj razryadlanish yuzaga kelishiga ruxsat etilmaydi. Kichik kesim yuzali kabellarni tanlash talablari mexanik mustahkamlikka tekshirishni talab etmaydi. Chunki ushbu kabellarni tanlash shartlariga asosan ushbu talab qanoatlantirilgan bo'ladi.

Havo liniyalaridagi o'tkazgichlarning kesim yuzasini tanlashda: o'tkazgichning massasi, shamolning bosimi, muz qatlamlarning og'irligi kabi kuchlarning o'tkazgichga ta'siri batafsil o'rganiladi.

Qisqa tutashuv toklarining o'tkazgichga ta'siri faqatgina rele himoya tizimida ishlatiladigan kabellargagina xosdir va faqat rele himoya kabellarini tekshirish hisobi paytida bajariladi.

Eruvchan saqlagichlar orqali elektr tarmog'idan ta'minlanuvchi kabellarni qisqa tutashuv toklari (QTT) ta'siridan yuzaga keluvchi termik turg'unlikka tekshirish hisobi bajariladi. Chunki, qisqa tutashuv paytidagi kabelning qizishi izolyatsiyaning shikastlanishi va buzulish oqibatlarining ortib ketishiga sabab bo'ladi. QTT ta'sirida ajralib chiqadigan harorat kabel izolyatsiyasini buzulishigacha olib bormasligi kerak.

KTT kabellarning termik turg'unligini aniqlashda quyidagi formuladan foydalanish mumkin:

$$S_T = I_{\infty} \cdot \sqrt{\left(\frac{t_p}{K_T} \right)} \quad 18.3$$

Bu yerda, I_{∞} — KT ning turg'unlashgan toki, A; t_p — K_T keltirilgan vaqti, K_T — kabel sim tolalarning ruxsat etilgan qizish qiymatlari, $A \cdot s^{1/2} / mm^2$ (18.6-jadvaldan olindi);

**Kabel sim tolalarining ruxsat etilgan harorati va
harorat koeffitsienti, KT**

T.R.	O'tkazgichning turi va materiali	$\tau_d, ^\circ\text{C}$	$\tau_p, ^\circ\text{C}$	$\tau_K, ^\circ\text{C}$		KT, $\text{A}\cdot\text{s}^{1/2}/\text{mm}^2$	
				Mis simli	Aluminiy simli	Mis simli	Aluminiy simli
1.	Yuqori kuchlanish (YUK)li qog'oz izolyatsiyali kabellar: 3 kV gacha	80	125	200	150	165	95
	6 kV	65	100	200	150	165	95
	10 kV	60	90	200	150	165	95
	35 kV	50	—	125	125	—	—
2.	YUK li polivinil xlorid izolyatsiyali kabellar: 6 kV	65	75	150	150	114	75
	10 kV	65	75	150	150	114	78
3.	YUK li polietilen izolyatsiyali kabellar: 6 kV	65	72	120	120	114	62
	10 kV	65	72	120	120	118	65

Ilova: τ_d , — uzoq muddatli ruxsat etilgan yuklama ostida kabel simining ruxsat etilgan qizish harorati; τ_p , — qisqa muddatli (4 minutgacha) yuklanish ostida qizish harorati; τ_K , — qisqa tutashuv paytidagi kabel simining maksimal ruxsat etilgan qizish harorati.

Keltirilgan vaqt — t_p ni qisqa tutashuv paytidagi davriy — t_{pa} va nodavriy — $t_{p.p.}$ ni jamlash orqali topiladi va u quyidagicha bo'lishi mumkin:

$$t_p = t_{pa} + t_{p.p.}$$

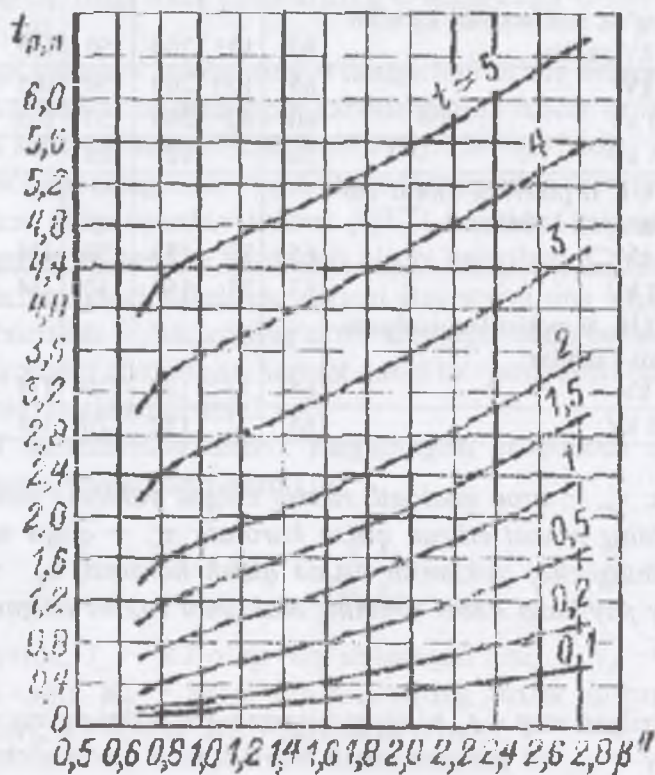
Qisqa tutashuvning haqiqiy vaqtida $t < 5 \text{ s}$, ($t = t_{him} + t_{o'chirgich}$).

Bu yerda, t_{him} va $t_{o'chirgich}$ — himoya vositalari va o'chirgichning ishga tushish vaqti, s.

$t_{p.p.}$ — 18.4-rasmdagi egri chiziqlardan olinadi [13].

Qisqa tutashuvning haqiqiy vaqti (β'), QT ning o'ta o'tuvchi toki (I') ni, QT ning turg'unlashgan toki (I_{∞})ga nisbati bilan topiladi, ya'ni

$$\beta' = \frac{I'}{I_{\infty}}$$



18.7-rasm. Generatoridan zaxira manbani ulash qurilmasi orqali ulangan tarmoqdagi qisqa tutashuv tokining davriy tashkil etuvchi qiymatlarini aniqlash grafigi.

Haqiqiy vaqt $t > 5$ s, ($t_{pp} = t_{p5} + (t - 5)$), bu yerda, $t_{p5} - 5$ sekund vaqt uchun keltirilgan qiymat. Apperiodik tashkil etuvchining keltirilgan vaqti quyidagi ifodadan topiladi:

$$t_{pa} \approx 0,05(\beta'')^2$$

Haqiqiy vaqt $t > 1$ s, bo'lganda t_{pa} e'tiborga olinmaydi.

Termik turg'unlikka chidamli standart kesimli o'tkazgichni tanlashda S , ning hisob qiymatlariga ko'ra kichik qiymatli o'tkazgichni olish tavsiya etilmaydi. Chunki, elektr o'tkazgichning hisob ko'rsatkichidan kichkinasini olish elektr energiyasi isrofining o'rishi bilan bog'liq. Loyiha obyektlari uchun o'tkazgichlarni tanlashda, tanlangan o'tkazgichlarni termik turg'unlikka tekshirish hisobini bajarish shart.

Ochiq o'tkazgichlar uchun kuchlanishning biror-bir me'yoriy qiymati belgilanmagan, ammo izolyatorlarni tanlashda, sim ustunlarda tortilgan havo liniyalaridagi simlar orasidagi o'rta geometrik masofani tanlash, kabel markalari va izolyatsiya turlarini tanlash, podstansiyadagi tarqatish qurilmalari va elektr qurilmalarga ulanadigan shina o'tkazgichlar orasidagi masofani tanlashda kuchlanishning darajasini bilish muhim.

Kuchlanishi 35 kV li liniyalardagi kuchlanish isrofi quyidagi formuladan topiladi:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I_x \cdot l \cdot (r_{sol} \cdot \cos \varphi + x_{sol} \cdot \sin \varphi)$$

Bu yerda, I_h — liniyaning hisob toki, A; l — liniyaning uzunligi, km; r_{sol} va x_{sol} — liniyaning solishtirma aktiv va reaktiv qarshiligi, Om/km ; $\cos \varphi$ va $\sin \varphi$ — liniyadagi quvvat koeffitsientining aktiv va reaktiv tashkil etuvchisi; $\tan \varphi$ — liniya oxiridagi quvvat koeffitsientining reaktiv tashkil etuvchisi.

18.7-jadval

Uch simli kabellarning solishtirma aktiv va reaktiv qarshiliklari

O'tkazgich simning no- minal kesimi, mm ²	+20°C dagi sim- ning aktiv qarshi- ligi, Om/km		Kabelning nominal kuchlani- shi (kV)dagi induktiv qarshiligi, Om/km			
	Aluminiy	Mis	1 gacha	6	10	35
4	7,74	4,6	0,095	—	—	—
6	5,17	3,07	0,09	—	—	—
10	3,1	1,84	0,073	0,11	0,122	—
16	1,94	1,15	0,0675	0,102	0,113	—
25	1,24	0,74	0,0662	0,091	0,099	—
35	0,89	0,52	0,0637	0,087	0,095	—
50	0,62	0,37	0,0625	0,083	0,09	—
70	0,443	0,26	0,0612	0,08	0,086	0,137
95	0,326	0,194	0,0602	0,078	0,083	0,126
120	0,258	0,153	0,0602	0,076	0,081	0,12
150	0,206	0,122	0,0596	0,074	0,079	0,116
185	0,167	0,099	0,0596	0,073	0,077	0,113
240	0,129	0,077	0,0587	0,071	0,075	—

18.3. Kabel liniyalarini loyihalash

Loyiha obyektlarida kabellarni to'g'ri tanlash katta ahamiyatga ega. Chunki kabel liniyalari havo liniyalariga nisbatan qimmat bo'lib, ekspluatatsiya qilish va ta'mirlash ko'proq vaqt, mehnat hamda maxsus texnikani talab etadi.

18.8-jadval

Kabellarni tiklash va ekspluatatsiya qilish tadbirlari

T.R.	Tadbirlar nomi	Kerakli jihozlar	Mutaxassis xodimlar
1.	Ekspluatatsiya jarayonlari:		
1.1.	Kabellarni sinash	Maxsus elektro texnik laboratoriya	2 ta injener mutaxassis

2.	Kabelni ta'mirlash:		
2.1.	Kabelni yer ostidan kovlab chiqarish	Kovlash uchun maxsus texnika	Ekskavatorchi va 2 ta yer kovlovchi ishchi
2.2.	Kabelni butlash uchun kerakli material va jihozlar	4 m shu markadagi kabel, 2 ta kabel muftasi va kerakli materiallar, maxsus jihozlar, kerakli miqdordagi g'isht va qum.	Maxsus malakaga ega bo'lgan 2 ta kabel ta'mirlash ustasi
2.3	Kabellarni ta'mirlashdan keyingi sinovlar	Maxsus elektro texnik laboratoriya	2 ta injener mutaxassis

Loyiha obyektlari uchun kabel o'tkazgichlarni tanlaganda elektr sxemalarida har bir ulanish tarmog'ining tartib raqami va kabelning markasi ko'rsatiladi. Loyiha uchun tayyorlangan kabel jurnalida esa har bir bo'limga mos tanlangan kabelning markasi, o'tkazgich simlar soni, uzunligi va ulanish o'рни ko'rsatiladi. Masalan, $AABv\ 3\times 185+1\times 50 - 200\ m$.

18.9-jadval

Loyiha uchun tanlanadigan kuchlanishi 10 kV li kabellarning markasi va foydalanish sohasi

Kabelning o'tkazgich materiali va markasi		Qoplamasining xususiyatlari	Yotqizish uchun qo'llanilish sohasi
Qo'rg'oshin qoplamali, shimdirilgan qog'oz izolyatsiya kabellar			
SG	ASG	Tashqi qoplamasiz	Quvurda, yer osti kabel yo'laklari va kanallarda
SB	ASB	Tashqi qoplamali ikkita po'lat tasma zirhli himoya bilan	Yer ostida

SBG	ASBG	Tashqi qoplamasiz ikkita po'lat tasma zirhli himoya bilan	Xonalarning ichida, yerosti kabel yo'laklari va kanallarda
SBn	ASBn	Yonmaydigan tarkibli tashqi qoplamali ikkita po'lat tasma zirhli himoya bilan	Yer osti kabel yo'laklari
SP	ASP	Tashqi qoplamali ikkita yassi po'lat sim zirhli himoya bilan	Yer ostida, kabel juda ko'p cho'zilish yuklamasi ta'siriga uchraydigan joylarda
SK	ASK	Po'lat ruxlangan dumaloq simlar bilan zirhlangan va tashqi himoya qatlamli	Suv ostida
S B V, SBGV	ASBV, A S B - VG	SB, ASB, SBG va ASBG kabeliga o'xshagan, ammo aralash shimdirilgan izolyatsiyali	SB, ASB, SBG va ASBG kabeliga o'xshagan sharoitlarda, vertikal va qiya joylarda
Aluminiy qobiqli shimdirilgan izolyatsiyali kabellar			
—	AAG	Himoya qobig'isiz	Yer osti kabel yo'laklari va kanallarda
—	AABl	Tashqi qoplamali ikkita po'lat tasma zirhli himoya bilan	Yer ostida
—	AABIG	Tashqi qoplamasiz ikkita po'lat tasma zirhli himoya bilan	Xonalarning ichida, yer osti kabel yo'laklari va kanallarda
—	AABa	Ikki qavatli polixlorvenil tasma izolyatsiyali korroziyaga turg'un qavatli, aluminiy qobiqli, tashqi qoplamali ikkita po'lat tasma zirhli himoya bilan	Yer ostida, o'ta agressiv tarkibli tuproqlarda
—	AASHv	Aluminiy qobiqli, polixlorvenilid qavatli yaxlit tashqi izolyatsiyali	Xonaning ichida, kabel kanallarida, yer osti kabel yo'laklari va yumshoq tuproqlarda.
Rezina izolyatsiyali kabellar			

SRG	ASRG	Qo'rg'oshin zirhli, himoya qobig'isiz.	Kabel yo'laklarida, kanallarda
VRG	AVRG	Polixlorvenil qobiqli tashqi qoplamli	Xona ichida, kanallarda
NRG	ANRG	Yonmaydigan rezinga qobiqda, himoya qoplamisiz	Xona ichida, kanallarda
SRB	ASRB	Qo'rg'oshin qobiqli, ikkita po'lat tasma bilan zirhlangan, tashqi qoplamli	Yerda, tortqilash kuchlari ta'sir etmaydigan joylarda.
VRB	AVRB	Polixlorvenilid qobiqli, ikkita po'lat tasma bilan zirhlangan, tashqi qoplamli.	Xuddi shunday
NRB	ANRB	Yonmaydigan rezina izolyatsiyali, ikkita po'lat tasma bilan zirhlangan, tashqi himoya qobiqli.	Xuddi shunday

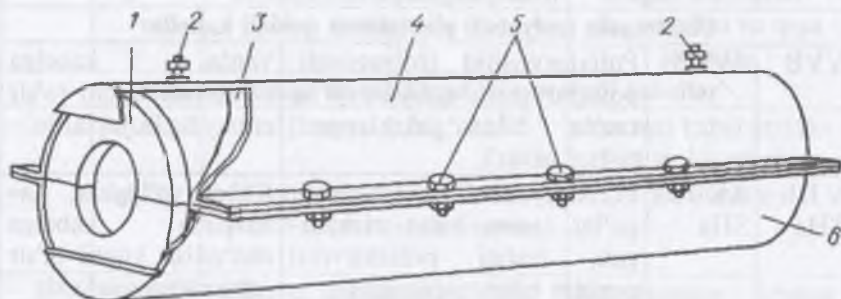
Plastmassa izolyatsili plastmassa qobiqli kabellar

VVB	AVVB	Polixlorvenilid izolyatsiyali, polixlorvenilid qobiqli, po'lat tasma bilan zirhlangan, tashqi qavatli.	Yerda, kabelga cho'zilish kuchi ta'sir etmaydigan joylarda
V B b - S H a	A V B b - S H a	Polixlorvenil izolyatsiyali, po'lat tasma bilan zirhlangan, tashqi polixlorvinil qoplam bilan qoplangan.	Kabel yo'lagida, kanallarda, kabelga cho'zilish kuchi ta'sir etmaydigan joylarda
PPB	APPB	Polixlorvenil izolyatsiyali, po'lat tasma bilan zirhlangan, tashqi himoya qoplami bilan qoplangan.	Yerda, kabelga cho'zilish kuchi ta'sir etmaydigan joylarda

Eslatma: Kabellarning markalaridagi harflar quyidagini bildiradi: A (boshda) – aluminiy sim o'tkazgichli; A (o'rtada) – aluminiy germetik qobiqli; B – kabel ikkita po'lat tasma bilan zirhlangan; V (markaning boshlanishidagi birinchi va ikkinchi harf) – polixlorvinilid plastik qobiqli; V (oxirida) – vertikal o'rnatiladigan, shimdirilgan arashma izolyatsiyali kabel; G – himoya qobig'isiz va zirhsiz kabel; K (marka oxirida) – du-

maloq po'lat simlar bilan zirhlangan kabel; N — yonmaydigan rezina qobiqli kabel; P (markaning boshidagi birinchi yoki ikkinchi harf) — polietilen izolyatsiyali; P (marka oxiridagi harf) — yassi po'lat sim zirhli; R — rezina izolyatsiyali kabel; S — qo'rg'oshin zirhli kabel; Bl, Bn — ikkita po'lat tasma zirhli turlicha yostiqcha izolyatsiyali kabel; SH — tashqi izolyatsiyasi shlang ko'rishidagi polixlorvinilid plastikali kabel.

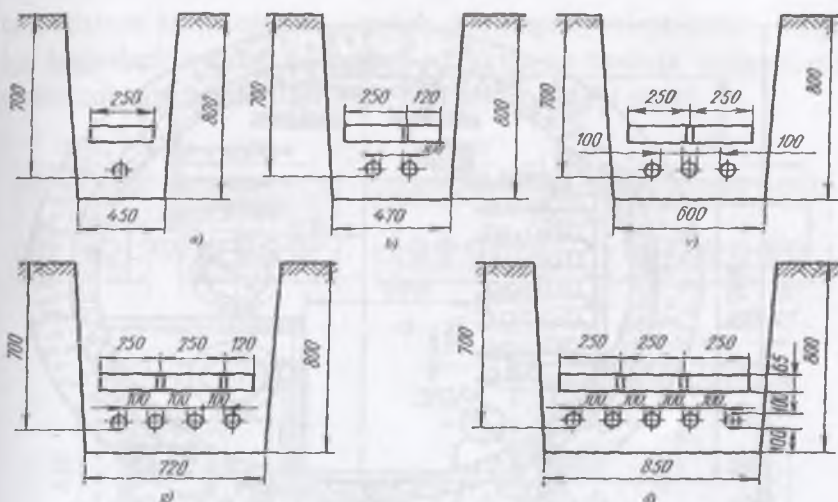
Loyiha chizmalarida va tushuntiruv yozuv qismida kabel-larning ulanishi uchun maxsus po'lat qobiqli qutilarni ko'zda tutish shart. Chunki, kabelni tarmoqlarga ajratish yoki kerakli miqdordagi kesib olingan kabelni (agar kerakli uzunlikda bo'lmasa) bir-biriga ulashda ushbu kabel qutilar kerak bo'ladi (18.8-rasm).



18.8-rasm. Po'lat zirhli kabel qutisi:

1 — azbotsement yon tomon qopqog'i; 2 — yerlashtirish bolti; 3 — azbest listidan yasalgan to'shama; 4 va 6 — po'lat qutining ustki va ostqi qobig'i; 5 — mahkamlash boltlari.

Obyektlarni kabel liniyalari yordamida elektr energiyasi bilan ta'minlash uchun loyihalashda, loyihaning ishchi chizmalarida kabel liniyalarini yotqizish tartibi va o'lchamlari berilishi shart. Ushbu chizmalar asosida quruvchilar kabellarni obyekt hududiga yotqizib chiqadilar. Kabellar loyiha asosida yotqizilishini nazorat qilish (avtorlik nazorati) loyihani bajargan injener zimmasiga yuklanadi.



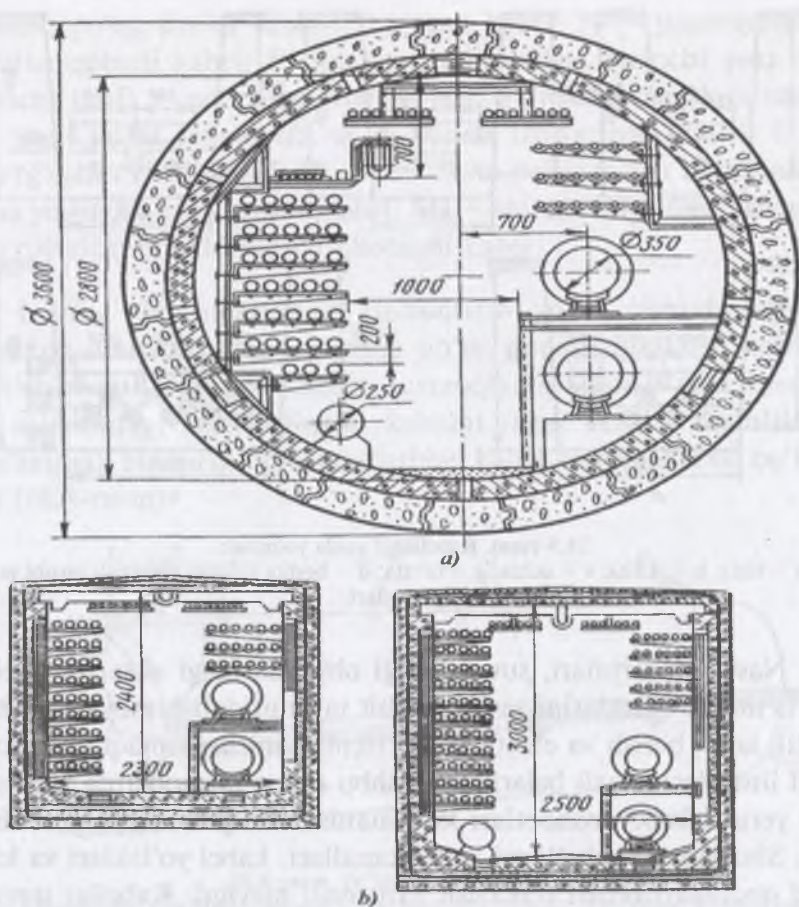
18.9-rasm. Kabellarni yerda yotqizish.

a — bitta; b — ikkita; v — uchta; g — to'rtta; d — beshta kabelni yotqizish tartibi va o'lchamlari.

Nasos stansiyalari, suv xo'jaligi obyektlaridagi aksariyat elektr ta'minot tizimlarini tashqi muhit ta'sirlaridan himoyalash, estetik ko'rk berish va elektr xavfsizlikni ta'minlash maqsadida kabel liniyalari orqali bajariladi. Ushbu elektr tarmoqlarda yer osti va yerusti kabel inshootlari loyihalanishi va qurilishi talab etiladi. Shu sababli kabellarni kabel kanallari, kabel yo'laklari va kabel quduqlari orqali o'tkazish zaruriyati mavjud. Kabellar quvur tipidagi yer osti yo'laklarida yoki to'rtburchak shaklidagi yo'laklardan o'tkazilishi mumkin (18.10-rasm) [8].

Kabellarni yer ostidagi yopiq kabel kanallaridan, tunnel va yo'laklardan o'tkazishda ularning uzoq muddat xizmat qilishini e'tiborga olib loyihada, korroziya, yemirilish, zanglash va oksidlanishga chidamli bo'lgan metall polkalar ustida joylashtirib tortishni ko'zda tutish shart.

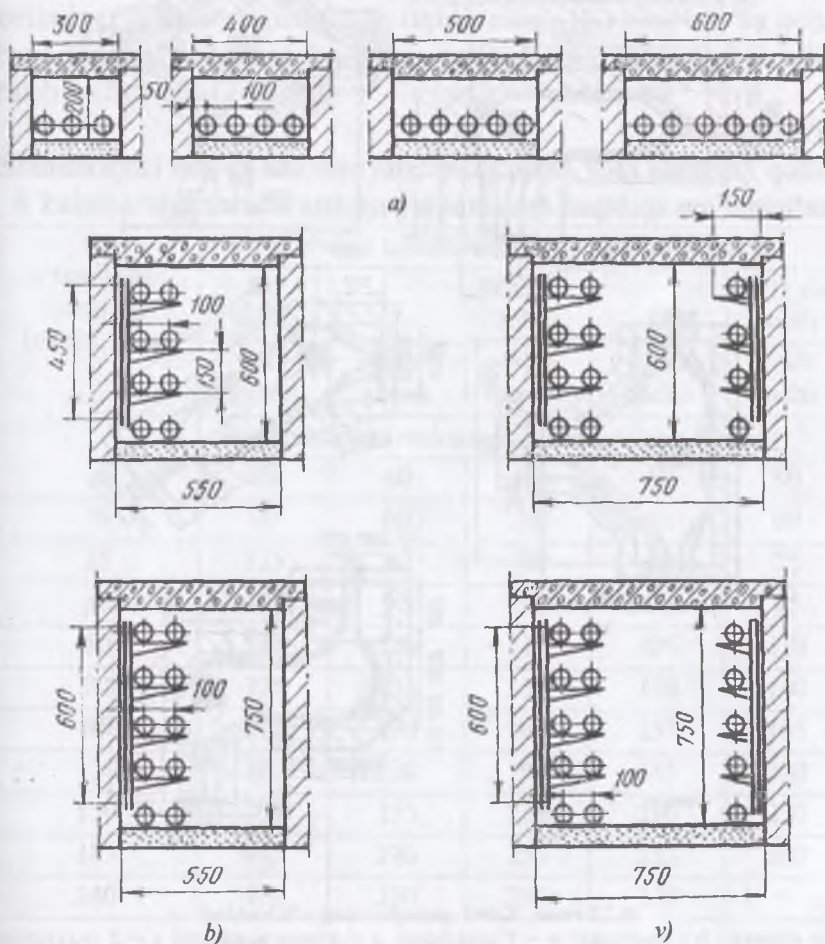
Bu o'z navbatida kabel qobig'idagi po'lat tasmali zirhlar yemirilishining oldini oladi va izolyatsiyani buzulishdan saqlaydi.



18.10-rasm. Kabellarni quvur ko'rinishidagi va to'rtburchak shakldagi yo'laklardan o'tkazish: a — dumaloq shakldagi; b — to'g'ri to'rtburchak shakldagi yo'lak.

Kabellarni iste'molchi tarmoqlarga taqsimlash, burish, ishdan to'xtatib sinash kabi holatlar uchun kabel quduqlari loyihalanadi. Ushbu quduqlar kabellarning burulishi, tarmoqqa ajratilishi va qo'shimcha elektr tarmog'ini ulash kabi amaliyotlarda muftasiz ulash va ishini tez bajarish imkonini beradi. Kabel kanallar ayniqsa bir necha bosqichda, ketma-ket quriladigan obyektlardagi elek-

tr ta'minot tarmoqlarini ulashda ham qulay hisoblanadi. Loyiha hujjatlarida kabel kanallar, yo'laklar va boshqa inshootlarni gidroizolyatsiya masalasi ham inobatga olinishi shart.



18.11-rasm. Kabellarning kanallarda yotqizilishi:

a — 3...6 ta kabelni yotqizish; b — 8...10 ta kabelni yotqizish; v — 12...15 ta kabelni yotqizish.

Ochiq havodan o'tkazilgan, shimdirilgan qog'oz izolyatsiyali, qo'rg'oshin yoki aluminiy qobiqli kabellarining ruxsat etilgan yuklamalari haqidagi ma'lumotlar 18.10-jadvalda keltirilgan. Kabellar yer ostida yotqizilganda tuproqning (18.11-jadval) va ochiq havodan o'tkazilganda havoning to'g'rilash koeffitsientini bilish talab etiladi (18.12-jadval).

18.10-jadval

Shimdirilgan qog'oz izolyatsiyali, qo'rg'oshin yoki aluminiy qobiqli kabellarning ruxsat etilgan yuklamalari haqidagi ma'lumotlar

Tok o'tkazuvchi simning kesimi, mm ²	Kabelga ta'sir etuvchi tok yuklamalari, A				
	Bir tolali	Uch tolali			To'rt sim tolali
		1 kV gacha	3 kV gacha	6 kV gacha	10 kV gacha
	Sim tolasidagi maksimal ruxsat etilgan harorat, °C				
	80	80	65	60	80
16	90	60	50	46	60
25	125	80	70	65	75
35	155	95	85	80	95
50	190	120	110	105	110
70	235	155	135	130	140
95	275	190	165	155	165
120	320	220	190	185	200
150	360	255	225	210	230
185	405	290	250	235	260
240	470	330	290	270	—

Ma'lumotlar, yuklama toki bir sim tolali kabellar uchun o'zgarmas tokda berilgan.

Eslatma: Kabellar ochiq havodan o'tkazilganda ular orasidagi o'rtacha masofa: ochiq havodan o'tganda 35 mm; kabel kanallarida 50 mm gacha olingan bo'lib tashqi harorat + 25°C qabul qilingan.

Tuproqning to'g'rilash ko'effitsienti

Izolyatsiyalangan ka- belning kuchlanishi, kV	Tuproqning haroratiga bog'liq bo'lgan to'g'rilash ko'effitsienti, °C										
	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	
1 kV gacha	1,14	1,11	1,08	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	
6 kV gacha	1,18	1,18	1,10	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,77	0,71	
10 kV gacha	1,20	1,15	1,12	1,06	1	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	

Tuproqning to'g'rilash ko'effitsienti

Izolyatsiyalangan ka- belning kuchlanishi, kV	Havoning haroratiga bog'liq bo'lgan to'g'rilash ko'effitsienti, °C														
	-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+10	+15	+20	+25	+30	+35	+40	
1 kV gacha	1,38	1,35	1,31	1,28	1,24	1,20	1,17	1,13	1,09	1,04	1	0,95	0,90	0,85	
6 kV gacha	1,5	1,46	1,41	1,35	1,32	1,27	1,22	1,17	1,12	1,06	1	0,94	0,87	0,79	
10 kV gacha	1,56	1,51	1,46	1,41	1,36	1,31	1,25	1,20	1,13	1,07	1	0,93	0,85	0,76	

Yerda ostidan yoki quvur ichidan o'tkazilgan kabellarga yonma-yon, parallel holda kabellarni yotqizilgandagi to'g'rilash ko'effitsienti

Kabellar orasidagi masofa, mm	Kabellar soni					
	1	2	3	4	5	6 va undan ortiq
100	1	0,90	0,85	0,80	0,78	0,75
200	1	0,92	0,87	0,84	0,82	0,81
300	1	0,93	0,90	0,87	0,86	0,85

1-masala. Loyiha obyektining tashqi elektr ta'minoti uchun kabel liniyalari tanlangan. Kabel liniyalarini yo'l ostidan va mexanik ta'sirlanishdan saqlash uchun 50 metri quvur ichida, qolgan qismi esa yer ostida yotqizilgan. Kabel liniyasining 10 kV kuchlanishli qo'shni parallel kabel liniyalari bilan orasidagi masofa 100 mm. Loyiha hisoblar uchun kuchlanishi 10 kV li ASB 3x240 mm² kabel tanlangan. Kabel liniyasi uchun yuklamani aniqlang.

Yechilishi:

Kabeldagi eng og'ir issiqlik ta'sir etadigan bo'lim uning quvur ichidan o'tgan qismiga to'g'ri keladi. Quvur ichidan o'tkazilgan ASB 3x240 mm² markali kabel uchun ruxsat etilgan tok yuklamasi 270 A (18.10-jadval). Loyihalanayotgan kabelga yaqin joyda yana uchta kabel liniyasining o'tganligini e'tiborga olib 18.13-jadvalga ko'ra to'g'rilash koeffitsientini kiritish kerak. To'rtta kabel oraliq masofasi 100 mm qilib yotqizilgandagi to'g'rilash koeffitsienti uchun 0,8 qabul qilinadi. Sunday qilib tashqi muhitning harorati +25°C bo'lgan payt uchun uzoq muddatdi ruxsat etilgan tok quyidagicha hisoblanadi:

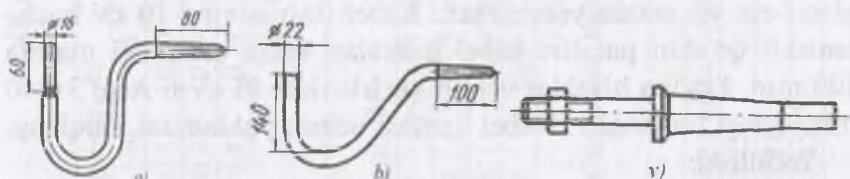
$$I_{r.e.} = 270 \times 0,8 = 216 \text{ A.}$$

18.4. Havo liniyalarni loyihalash

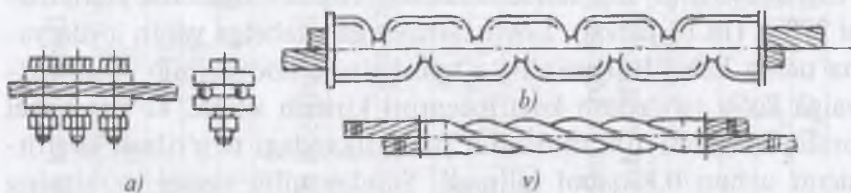
Elektr havo liniyalari deganda, elektr energiyasini uzatish va taqsimlash uchun xizmat qiluvchi sim ustunlar, ularga o'rnatilgan traverslar, kryuklar yoki shtirlar, izolyatorni kryukka (shtirga) mahkamlaydigan tashqi rezkali polietilen qalpoqchalar, sim ustunlar orasiga izolyatorga mahkamlab tortiladigan o'tkazgich simlari va simlarni o'zaro bog'lashga xizmat qiluvchi turli xildagi qisqichlardan iborat yaxlit tizim nazarda tutiladi (18.13- va 18.14-rasmlar).

Loyihalashda har bir sim ustun, kryuk (shtir), izolyator, o'tkazgich simning markasi va o'lchamlari, qisqichlar, izolyatorlar markasi va soni, polietilen qalpoqchalar soni loyihaning smeta qiymatiga ta'sir etganligi sababli hisob-kitoblar aniq olib borili-

shi shart. Chunki qisqichlarning o'lchamlari, sim ustunga mahkamlanadigan traverslar, kryuk (shtir)lar markalariga bog'liq holda narx ham turlicha.



18.13-rasm. Izolyatorlarni mahkamlash detallari: a — KN-16 ilgichi (kryuk); b — KV-22 ilgichi; v — SHN va SHU po'lat qoziq (shtir)lari.



18.14-rasm. O'tkazgichlarni qisqichlar yordamida ulash:

a — yassi yuzali qisqich; b — trubka ichiga qisqichda qisib ulash; v — trubka ichida burab ulash.

Qishloq joylaridagi elektr iste'molchi obyektlarni tashqi elektr ta'minotini havo liniyalari orqali amalga oshirish loyihasmeta hujjatlarini arzonlashtirishga qaratilgan. Odatda ichimlik suv ta'minoti, sug'orish nasos stansiyalari aksariyat hollarda qishloqlarga yaqin bo'lgan fermer xo'jaliklari, aholining to'morqalarini suv bilan ta'minlashga xizmat qiladi. Bunday elektr iste'molchilar qishloq aholi yashash punktlari kabi tarqoq holda bir-biridan uzoqda joylashgan. Shu sababli qishloq joylaridagi barcha elektr tarmoqlari arzon loyihalarga asosan havo liniyalaridan quriladi.

Shaharlar va tuman markazlari, shahar tipidagi aholi yashash punktlari (mikrotumanlar), qishloq joylaridagi ishlab chiqarish korxonalarining tashqi elektr ta'minoti, iste'molchi obyektlar oraliq masofasining yaqinligi, tashqi ko'rinishni buz-

maslik, dizaynini yaxshilash maqsadida loyihalarda havo liniyalariga nisbatan qimmat bo'lsa ham kabellarda qurishga ruxsat etiladi.

Havo liniyalarida tanlanadigan sim ustunlar va boshqa elementlar elektr mustahkamlikka ega bo'lishi bilan birga, mexanik mustahkam, muhitning talablariga javob beradigan, yong'in xavfidan himoyalangan yoki yonmaydigan materiallardan tanlanishi shart. Havo liniyalarini loyihalash uchun har qanday muhit, elektr kuchlanish, mexanik kuchlar e'tiborga olingan holda sim ustunlari, izolyatorlar, elektr o'tkazgichlar va mahkamlash uskunalarining individual loyihalar asosidagi kataloglar ishlab chiqilgan. Ushbu katalog va loyihalardan obyektning talablariga mos elektr havo liniyasi elementlari tanlab olinadi.

Havo liniyalarini loyihalashda, obyektidagi elektr iste'molchilarning ishchi kuchlanishiga qarab quyidagi guruhlariga bo'linadi: 1000 V gacha, 1000 V dan — 35 kV gacha, 110 dan — 330 kV gacha 500 kV va undan yuqori.

Har bir kuchlanish darajasi uchun «Elektr uskunalaridan foydalanish qoidalari»ga asosan konstruktiv tuzulish, mexanik mustahkamlik, elektr xavfsizlik talabalari bo'yicha ko'rsatmalar ishlab chiqilgan.

18.4.1. Havo liniyalariga qo'yiladigan talablar

Kuchlanishi 0,4; 6; 10; 35; 110 kV va undan yuqori bo'lgan havo liniyalariga bir qancha talablar qo'yiladi. Bularga ishonchlilik, mexanik mustahkamlik, sim ustunlarning yo'l va boshqa kommunikatsiyalarga xalal bermasligi kabilarni kiritish mumkin.

Ayonki elektrlashtirishning dastlabki yillarida elektr liniyalari imkon qadar oz material, mehnat, vaqt, mablag' sarfiga asosan loyihalashtirilgan va qurilgan. Shu sababli liniyalar hovli va uylarning ustidan, ekin maydonlarining o'rtasidan o'tkazilib kelgusida bir qancha noqulayliklarni keltirib chiqargan.

1977-yildan boshlab to hozirgi kungacha havo liniyalarini qayta qurish bo'yicha loyihalash ishlari olib borilmoqda va uning asosida qaytadan qurilmoqda. Agar havo liniyasi hovlilar va uylarning ustidan o'tkazilgan bo'lsa ekspluatatsiya qilish, ta'mirlash, profilaktik ishlarni olib borishda bir qator noqulayliklarni tug'diradi. Ushbu hududlardagi uy yoki hovli egasining ruxsatini olishdagi muammolar; maxsus texnikadan foydalanish imkoniyatining cheklanganligi; ta'mirlash va profilaktika ishlarini aksariyat hollarda qo'lda (texnika va maxsus moslama ishtirokisiz) bajarilishi, mexanizatsiyalashgan moslamalar: avtoko'tarish moslamasi (tal), avtokran, burg'ulash texnikasi kabilardan foydalanish imkoniyatining cheklanganligini misol keltirish mumkin. Shu bilan birga, har bir sim ustun ostida ekin maydonining ma'lum qismi ekilmay qolayotganligi yoki yer maydonlarining foydalanilmasligi oqibatida qishloq xo'jalik sohasiga yetkazilayotgan zararni ham e'tibordan chetda qoldirmaslik kerak. Chunki 1 ta oraliq sim ustuni ostida 4 m^2 , burchak oraliq, anker, burchak anker va oxirgi yoki boshlang'ich sim ustunlari ostida $6-8 \text{ m}^2$ yer maydoni bekor qoladi. Kuchlanishi 35, 110 kV va undan yuqori bo'lgan sim ustunlarda ushbu ko'rsatkich bu qiymatdan ham katta bo'ladi.

Shu sababli qayta qurilayotgan va yangidan loyihalanayotgan liniyalarni yo'llarning yoqasida, ariq, zovurlar va kanallarning bo'ylaridagi yo'llardan o'tkazishga ruxsat etiladi.

Havo liniyalarini yo'l yoqasidan o'tkazilgandan, yo'lning qatnov qismidan 1–1,5 m masofadan, uylar yoki binolarning devoridan 2–2,5 m uzoqdagi masofa o'tkazish ruxsat etilgan. Havo liniyalarni yo'l bilan yoki boshqa kommunikatsiyalar (telefon va radio liniyalari, issiqlik, gaz sovuq suv, sug'orish suv quvurlari, yo'llar) bilan kesishgan joylarda maxsus o'tuvchi (perexodnoy) sim ustunlardan foydalanish tavsiya etiladi.

Havo liniyalarni loyihalashda elektr simlarning kesimi tokning iqtisodiy zichligiga asosan hisoblanadi (18.14-jadval). Hisob uchun quyidagi jadvaldagi ma'lumotlardan foydalanish mumkin.

18.14-jadval

Tokning iqtisodiy zichlik ko'rsatkichlari, A/mm²

№	O'tkazgichlar	Maksimal yuklamadan foydalanish muddati (soat) ga bog'liq holdagi tokning iqtisodiy zichligi (j_{iq}), (A/mm ²).		
		1000—3000	3000—5000	5000—8760
1.	Aluminiy va po'lat aluminiiy o'tkazgichlar:	1,3	1,1	1,0
2	Misli	2,5	2,1	1,8
3	Po'lat o'tkazgichlar	0,45	0,4	0,35

Havo liniyalarni loyihalashda tarmoqdagi kuchlanish isrofi-ning ruxsat etilgan qiymatlardan ortmasligi muhim. Elektr liniyalaridagi kuchlanishning isrofi, elektr iste'molchilarning turlari, ish tartibi va texnologik jarayon talabalariga bog'liq. Ushbu bog'liqlikni jadvaldan o'rganish mumkin.

Elektr liniyalarni loyihalashdagi hisob paytida loyihalanayotgan obyektning qanday klimatik va ob-havo muhitidaligi muhimdir. Agar obyekt joylashgan muhitdagi havo harorati 25°C dan ortsa, u holda to'g'rilash koeffitsientini kiritish talab etiladi. Ob-havoning belgilangan me'yordan ortishi simlarning cho'zilishiga, osilishiga sabab bo'ladi. Havo haroratining 0°C dan pasayishi simlarda muz qatlam hosil bo'lishiga olib keladi. Haroratning pasayishi natijasida vujudga keluvchi muz qatlamning qalinligiga qarab sim ustunlar orasidagi masofa va sim ustuning shakli tanlanadi.

Loyihalanayotgan obyekt joylashgan muhitdagi shamolning tezligi va bosimi ham katta ahamiyatga ega 18.15-jadval.

18.15-jadval

Elektr iste'molchilardagi kuchlanishning nominal ko'rsatkichga nisbatan ruxsat etilgan og'ish miqdori

T.R.	Elektr iste'molchidagi kuchlanishni o'lchash o'rni	Normal rejimda, % gacha	Avariya rejirida % gacha
1.	Elektr dvigatellarning tok ulanishqis qichlarida	-5; +10	—

2.	Aholi yashash binolarning avariya yoritish qurilmasida (yoritqichni ulash klemmasida)	± 5	-12
3.	Binoning tashqi yoritish qurilmasi yoki proyektorining ulanish klemmasida	+5; -2,5	-12
4.	Transformator podstantsiyasidan eng oxirgi elektr iste'molchi obyektgacha	± 5 ; ± 7	± 10

Shamolning tezligi va bosimi elektr simlar va sim ustunlarga turlicha ta'sir etadi. Shamolning tezligi va bosimi bo'yicha 1–3 rayonlarda (27–45 m/sek; 21–27 kgs/m³)gacha bo'lgan hududlarda oddiy sim ustunlar va aluminiy simli o'tkazgichlar tortiladi (18.16- va 18.17-jadval).

Bunday hududlardagi sim ustunlar orasidagi masofa (prolet) quyidagicha:

a) kuchlanishi 10 kV li tarmoqlarda – 55 m va aluminiy simli.

b) kuchlanishi 0,4 kV li tarmoqlarda – 45 m va aluminiy simli.

Shamolning tezligi va bosimi 4–7-rayonlarda (55–100 m/sek; 30–40 kgs/m³) bo'lgan hududlarda sim ustunlarda maxsus qurilma travyers)lar va aluminiy po'lat (AS) simlar tortiladi. Sim ustunlardagi simlar juft-juft qilib ikkitadan izolatorga bog'lanadi.

Bunday hududlardagi sim ustunlar orasidagi masofa (prolet) quyidagicha bo'ladi:

a) kuchlanishi 10 kV li tarmoqlarda – 50 m va AS (aluminiy po'lat).

b) kuchlanishi 0,4 kV li tarmoqlarda – 40 m va AS (aluminiy po'lat).

18.16-jadval

Shamolning yerdan 15 metr balandlikdagi normativ tezligi va bosimi

Shamol rayonlari	Shamolning tezligi, m/s (bosimi, kgs/m ³)		
	5 yilda 1 marta	10 yilda 1 marta	15 yilda 1 marta
I	27 (21)	40 (25)	55 (30)
II	35 (24)	40 (25)	55 (30)

III	45 (27)	50 (29)	55 (30)
IV	55 (30)	65 (32)	80 (36)
V	70 (33)	80 (36)	80 (36)
VI	85 (37)	100 (40)	100 (40)
VII	100 (40)	125 (45)	125 (45)

18.17-jadval

Yerdan 10 metr balandlikdagi muzning normativ qalinligi

T.R.	Muzlash rayonlari	Muzning normativ qalinligi, mm takrorlanish bilan (yil)	
		5 yilda 1 marta	10 yilda 1 marta
1	I	5	5
2	II	5	10
3	III	10	15
4	IV	15	20
5	Maxsus	20 dan yuqori	22 dan yuqori

Elektr liniyalaridagi kuchlanish isrofiga qarab liniyalarda uzatiladigan quvvat va kuchlanish isrofi tanlanadi.

Kuchlanish isrofini quyidagi formula orqali topish mumkin:

$$\Delta U = \frac{S \cdot l}{U^2 \cdot (r \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi) \cdot 100}, \%$$

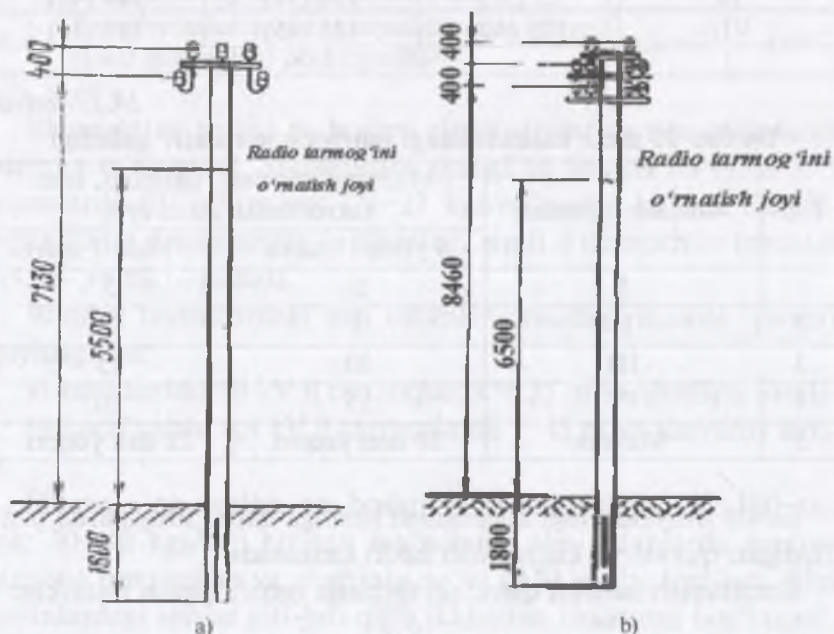
Bu yerda: S — elektr tarmog'idagi yuklama, kVA , mVA ; l — elektr liniyasining uzunligi, km ; U — kuchlanish, V , kV ; r — o'tkazgichning aktiv qarshiligi, Om/km ; x — o'tkazgichning induktiv qarshiligi, Om/km .

18.4.2. Havo liniyalaridagi sim ustunlar

Havo liniyalarida «oraliq», «burchak anker», «anker» va oxirgi sim ustunlar ishlatiladi.

Oraliq sim ustunlari umumelektr ta'minot tizimlarining 80% ni tashkil etadi. Ushbu sim ustunlar elektr liniyasining to'g'ri chiziq ostida o'tadigan qismlarida o'rnatiladi (18.15-rasm).

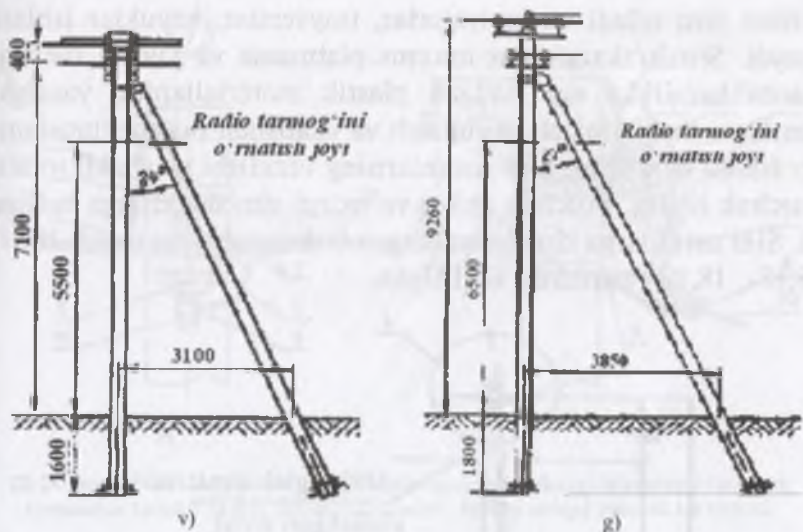
Elektr liniyalari boshqa elektr tarmog'i, telefon aloqasi ka-
bi kommunikatsiyalar bilan kesishsa maxsus jihozlangan «oraliq
o'tuvchi» sim ustunlari o'rnatiladi.



18.15-rasm. Kuchlanishi 0,4 kV li «oraliq» va «oraliq o'tuvchi» sim ustunlarning
tuzulishi: a) oraliq sim ustuni, P-0,4B; b) oraliq o'tuvchi, PPP-0,4B.

Burchak oraliq sim ustuni havo liniyasi 20°C burchak ostida
burilgan bo'lsa o'rnatiladi. Konstruktiv tuzilishi bo'yicha burchak
oraliq va oxirgi sim ustunlar o'zaro o'xshash, ya'ni tik turgan sim
ustunga 30°C burchak ostida tirgak tirkaladi (18.16-rasm).

Oxirgi sim ustun burchak oraliq sim ustuniga o'xshagan bo'lib,
faqat «oxirgi» sim ustunlar liniyaning transformator punktidan
uzatiluvchi birinchi sim ustun sifatida liniyaning boshida va lini-
yaning oxirlash qismida oxirgi sim ustun sifatida o'rnatiladi. Oxir-
gi sim ustun liniyaning tortilish kuchi ostida vertikal holatdan
og'ishmasligini ta'minlash maqsadida o'rnatiladi (18.16-rasm).

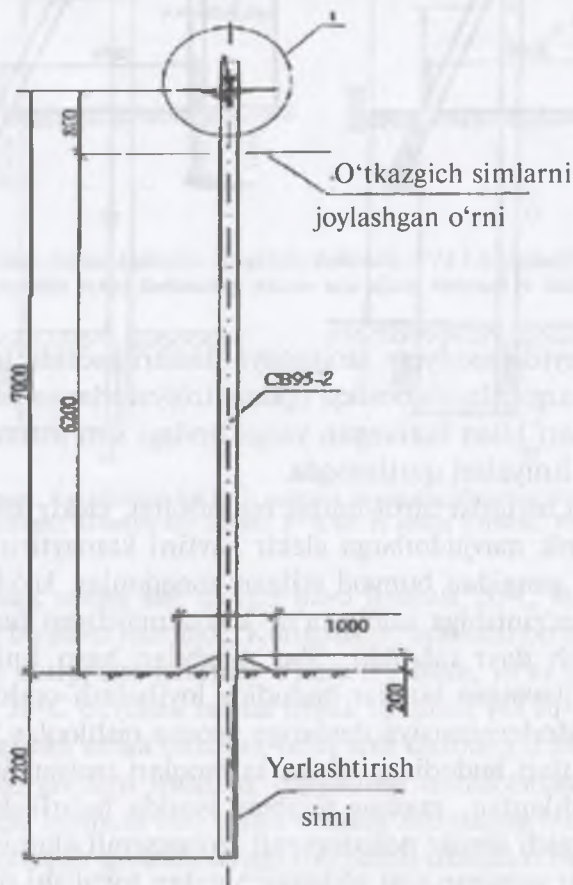


18.16-rasm. Kuchlanishi 0,4 kV li «burchak oraliq» va «burchak anker» sim ustunlarining tuzulishi: v) burchak oraliq sim ustuni; g) burchak anker sim ustuni.

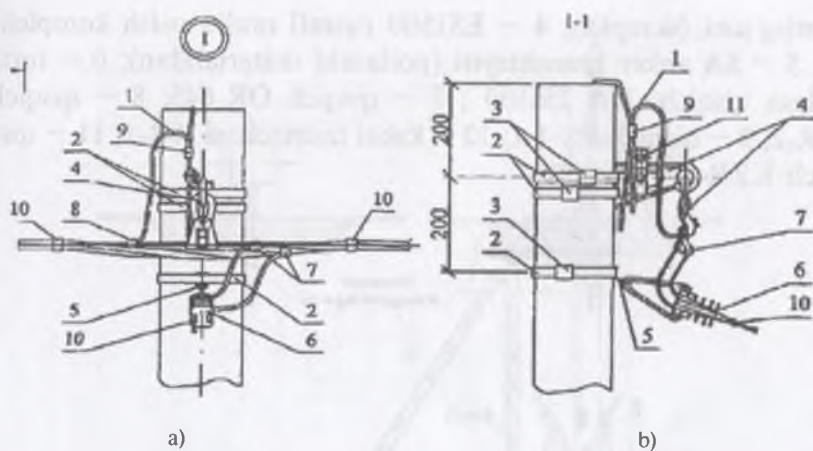
Hozirgi paytda modernizatsiya dasturi asosida izolyatsiyalangan o'tkazgichlar va boshqa tipdagi izolyatorlar va mahkamlash qurilmalari bilan butlangan yangi tipdagi sim ustunlar yordamida havo liniyalari qurilmoqda.

Ushbu sim ustunlar atrof-muhit musaffoligi, elektr xavfsizlik, qushlar va tirik mavjudotlarga elektr xavfini kamaytirish, estetik ko'rinish, yangidan bunyod etilgan xonadonlar, ko'chalar va binolarning ko'rinishiga salbiy ta'sir ko'rsatmaydigan havo liniyalarini qurish davr talabidir. Shu sababdan havo liniyalarini yangidan qurilayotgan binolar hududida loyihalash muhim. Buning uchun Modernizatsiya dasturiga asosan qishloqlar va aholi yashash punktlari hududidagi elektr tarmoqlari izolyatsiyalangan sim o'tkazgichlardan, maxsus talablar asosida bajarilishi shart. Bunda o'tkazgich simlar polixlorvenil izolyatsiyali aluminiy yoki mis metalidan yasalgan sim o'tkazgichlardan tortilishi talab etiladi. Sim ustunlarning gabarit o'lchamlari mavjud sim ustun-

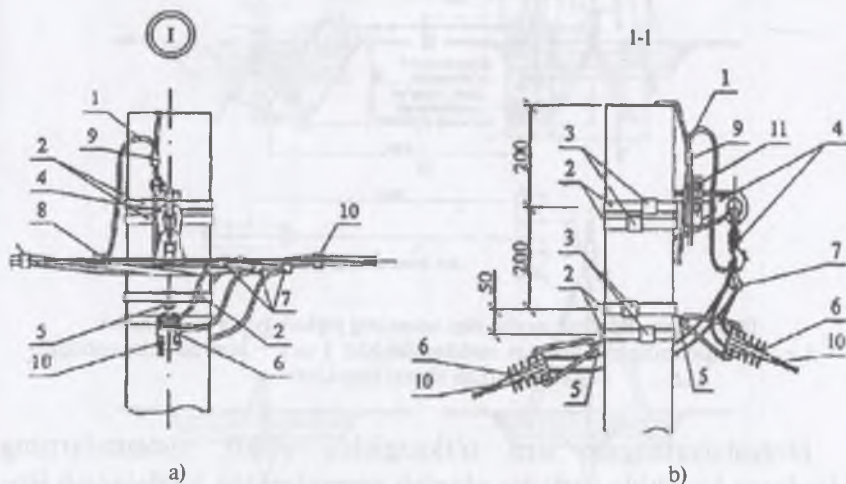
lardan farq qiladi va izolyatorlar, trayverslar, kryuklar ishlatilmaydi. Sim o'tkazgichlar maxsus platmassa va yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo'lgan plastik materiallardan yasalgan. Simlarni mahkamlash, tortqilash va uzatishda maxsus moslamalar ishlab chiqilgan. Sim ustunlarning tuzulishi va shakli: oraliq, burchak oraliq, burchak anker va oxirgi sim ustunlarga bo'linaadi. Sim ustunlarga izolyatsiyalangan o'tkazgichlarni torish 18.17-, 18,18-, 18,19-rasmlarda keltirilgan.



18.17-rasm. SV95 rusmli oraliq sim ustunining umumiy ko'rinishi.



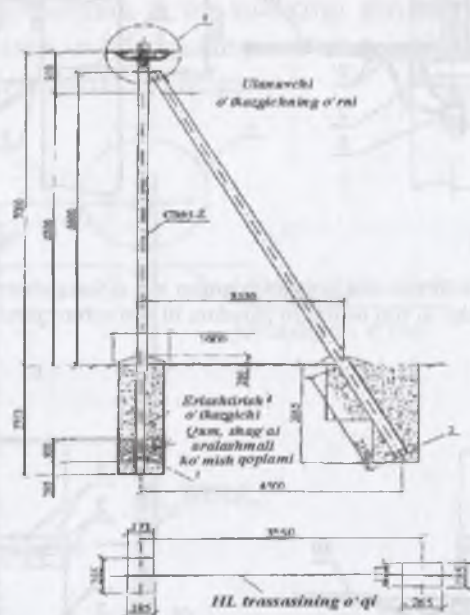
18.18-rasm. Havo liniyasidan izolyatsiyalangan sim o'tkazgichlarning binoga bir tomondan kirishi: a) sim ustuni ro'paradan, b) sim ustuni yondan ko'rinishi.



18.19-rasm. Havo liniyasidan izolyatsiyalangan sim o'tkazgichlarning binoga ikki tomondan kirishi: a – sim ustunning to'g'ridan ko'rinishi; b – sim ustunning yondan ko'rinishi.

Yuqorida keltirilgan rasmlardagi belgilanishlar quyidagi-cha talqin etiladi: 1 – ZP 1M rusmli yerlashtirish tasmasi; 2 – o'lchami 20 x 0,7 x 10000 mm, G'20,07 metall lenta; 3 – S20

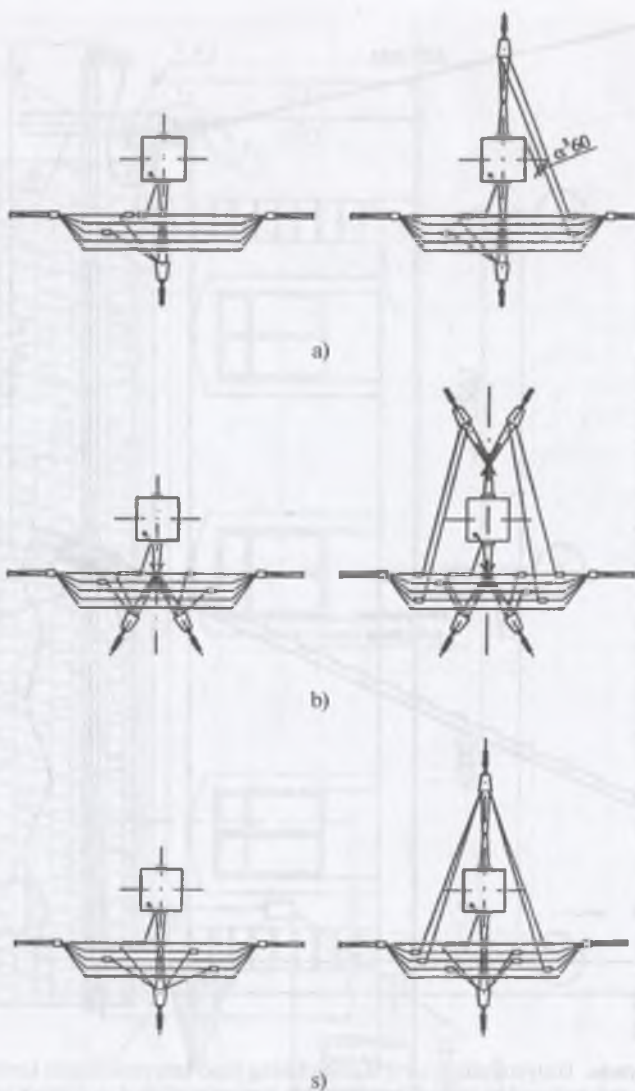
qistirg'ichi (skrepka); 4 — ES1500 rusmli oraliq osish komplek-ti; 5 — SA anker kronshteyni (poliamid materialidan); 6 — tort-qilash qisqichi RA 25x100 ; 7 — qisqich OR-645; 8 — qisqich ZR-2; 9 — qisqich PS-1-1; 10 — kabel tasmachasi KR-1; 11 — qis-qich KZR-2.



18.20-rasm. Burchak oraliq sim ustuninig joylashuvi va o'lchamlari:

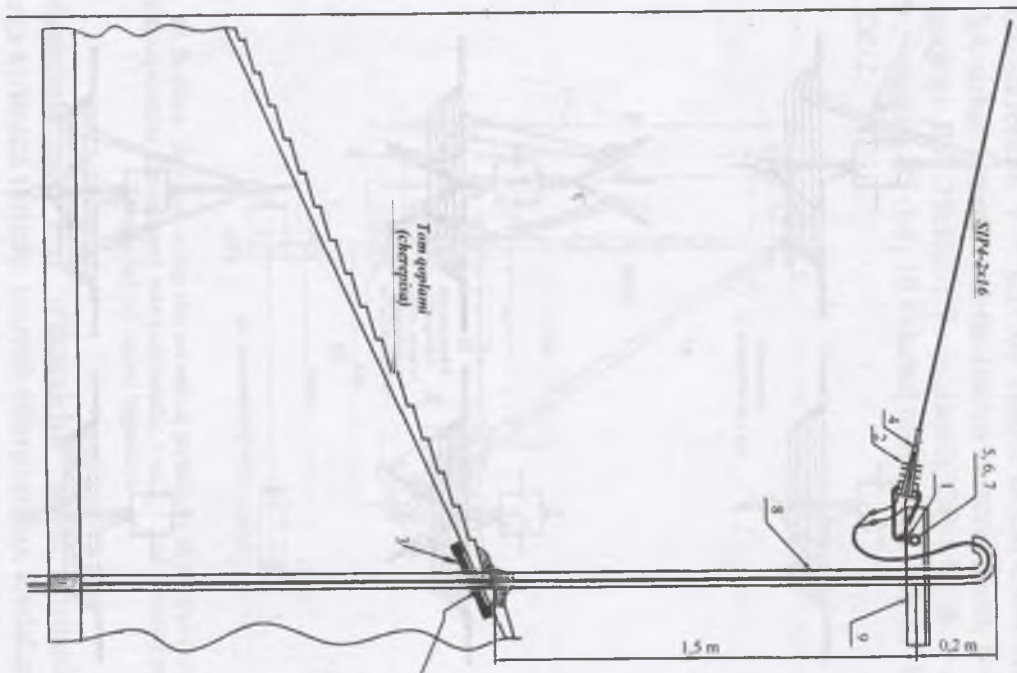
1 — o'tkazgichning sim ustunga mahkamlanishi; 1 va 2 — sim ustunlar ostidagi yerlashtirish tizimi tirgaklari.

Izolyatsiyalangan sim o'tkazgichli elektr sistemalarning binolarga kirishida turlicha ulanish sxemalaridan foydalanish im-koniyati mavjud. Masalan: ikkita sim o'tkazgichni bir tomonga uzatish (2x1); ikkita sim o'tkazgichni ikki tomonga uzatish (2x2); ikkita ikki simli o'tkazgichni bir tomonga uzatish (2x2x1); ikkita ikki simli o'tkazgichni ikki tomonga uzatish (2x2x2); to'rtta simli o'tkazgichni bir tomonga uzatish (4x1) va to'rtta simli o'tkazgich-ni ikki tomonga uzatish (4x2) 5.18-a,b,s rasmlar.

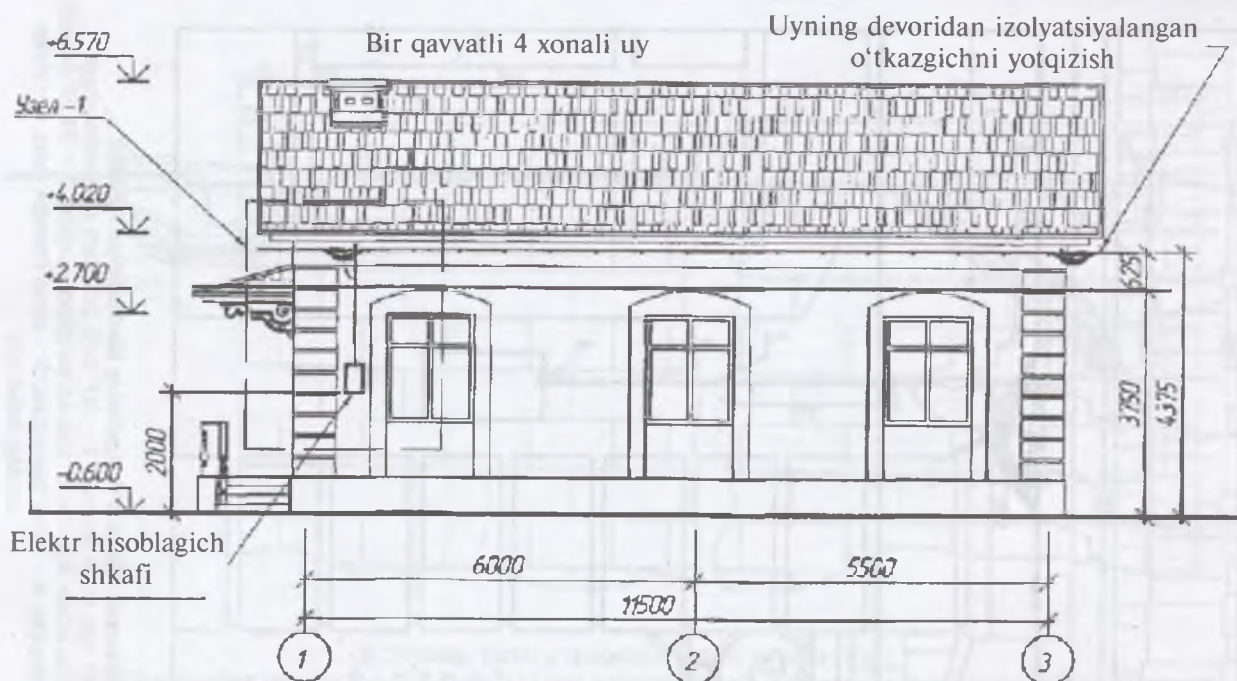


18.21-rasm. Izolyatsiyalangan o'tkazgich simlarni binolarga kiritish:
a) ikkita sim o'tkazgichni bir tomonga kiritish (2x1); ikkita sim o'tkazgichni ikki tomonga kiritish (2x2); b) ikkita ikki simli o'tkazgichni bir tomonga kiritish (2x2x1); ikkita ikki simli o'tkazgichni ikki tomonga kiritish (2x2x2); v) to'rtta simli o'tkazgichni bir tomonga kiritish (4x1) va to'rtta simli o'tkazgichni ikki tomonga kiritish (4x2).

18.22-rasm. Izolyatsiyalangan o'tkazgichning bino trayversi orqali kiritilishi:
 1 – metall halqa; 2 – qisqich boltlari; 3 – travers tagligi; 4 – qisqich yorig'i;
 5,6,7 – trayversning bolt, gayka va mahkamlash asoslari; 8 – trayvers quvuri;
 9 – trayvers yelkasi.

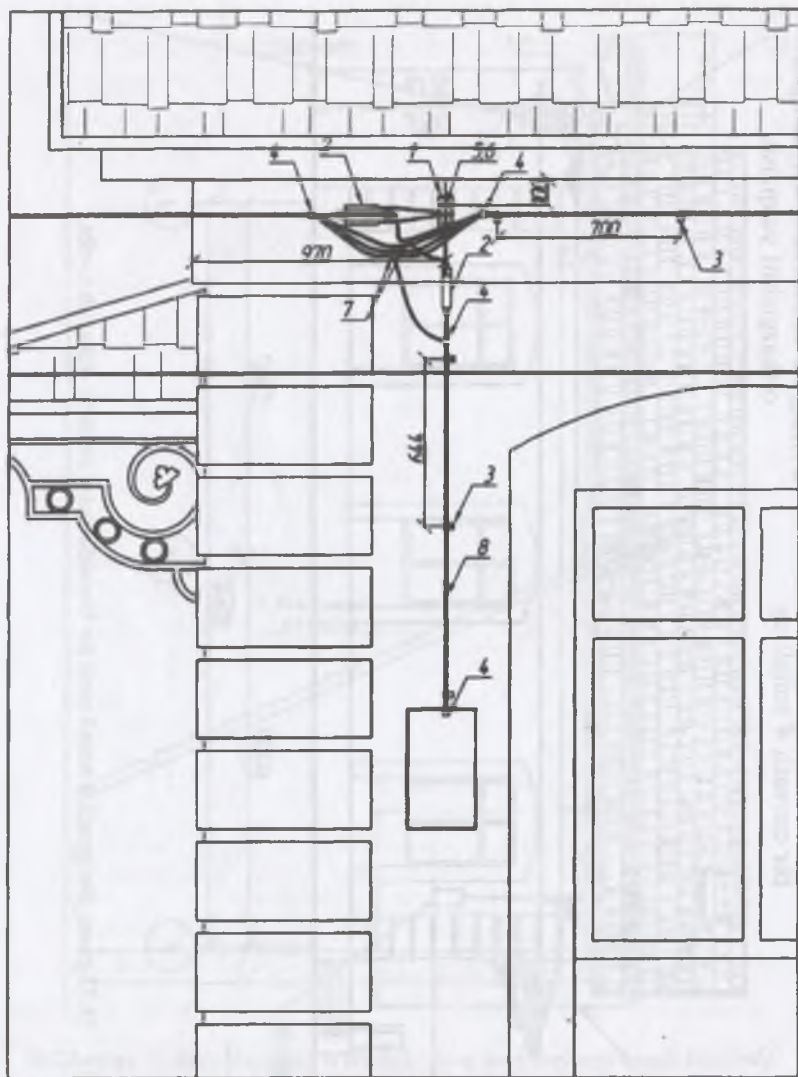


316



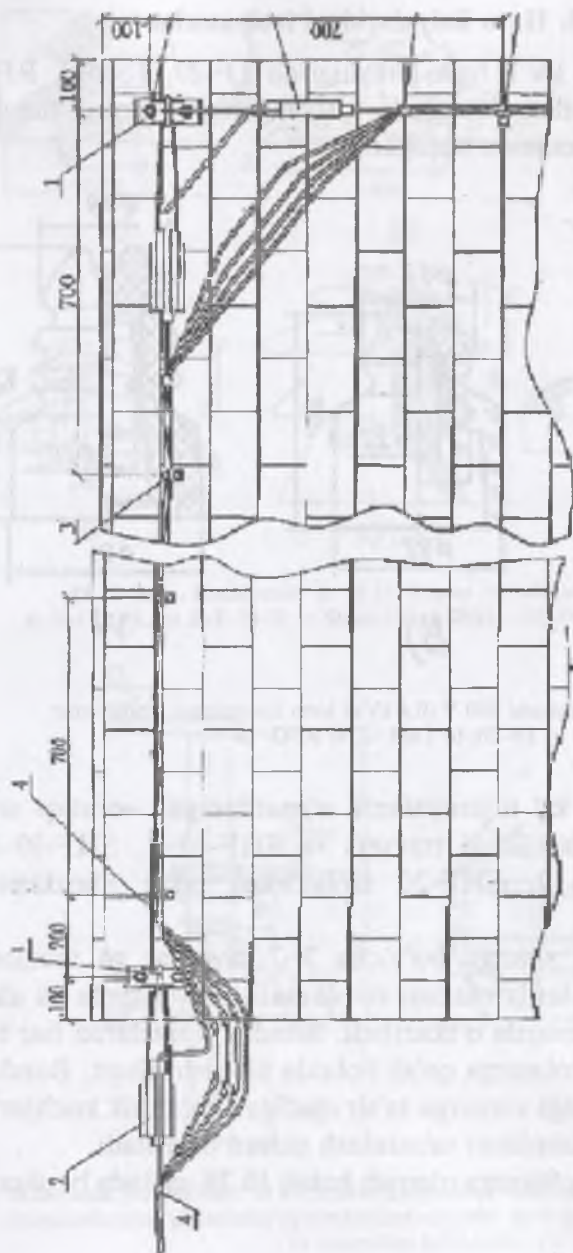
18.23-rasm. Bir qavatli 4 xonali turar joy binosida elektr simlarni o'tkazish tartibi.

317



18.24-rasm. Elektr o'tkazgichning hisoblagichga ulanishi:

1 – SA 2000 tipli anker tayanch; 2 – SIP 2x16-2x25 tipli izolyatsiyalangan o'tkazgichlar tizimi uchun RA 25x100 rusumli tortqilash qisqichi; 3 – BRPF rusumli fasad mahkamlagichi; 4 – kabel tasmachasi; 5 – shrup (burama mix); 6 – shrup ostidagi dubel mix.

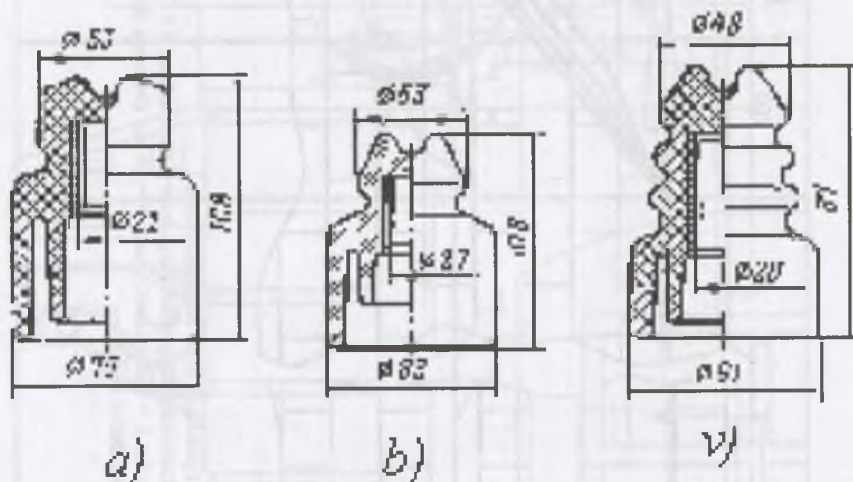


18.25-rasm. Elektr o'tkazgichlarni bino ichiga kiritish:

1 – SA 2000 tipli anker tavanch; 2 – SIP 2x16-2x25 tipli izolyatsiyalangan o'tkazgichlar tizimi uchun RA 25x100 rusumli tortqilash qisqichi; 3 – BRPF rusumli fasad muhkamlagichi; 4 – kabel tasmachasi; 5 – shrup (burama mix); 6 – shrup ostidagi dubel mix.

18.4.3. Havo liniyalaridagi izolyatorlar

Kuchlanishi 0,4 kV li havo liniyalarida TF-20, TSM-2, RFO-16 markali izolyatorlar o'rnatiladi. Ushbu izolyatorlarning tuzulishi quyidagi 18.26-rasmda berilgan.

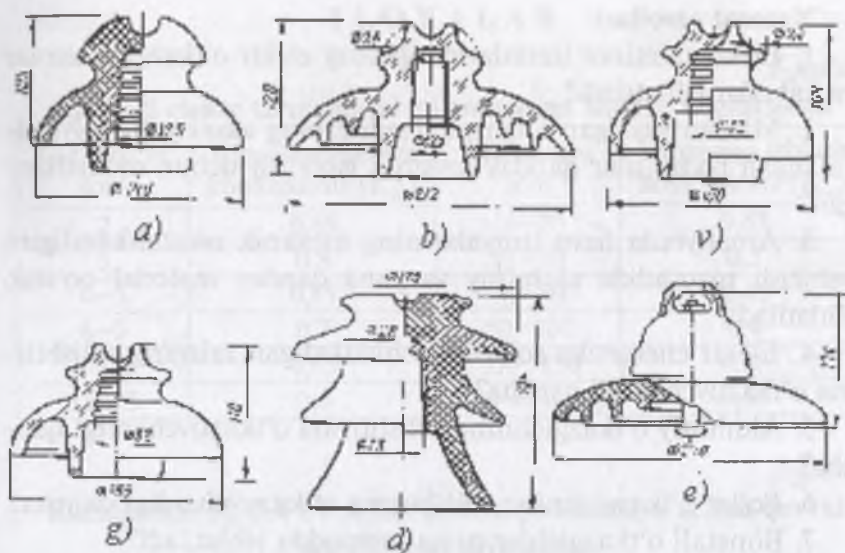


18.26-rasm. Kuchlanishi 380 V (0,4 kV)li havo liniyasidagi izolyatorlar:
a) TF-20; b) TSM-2; v) RFO-16

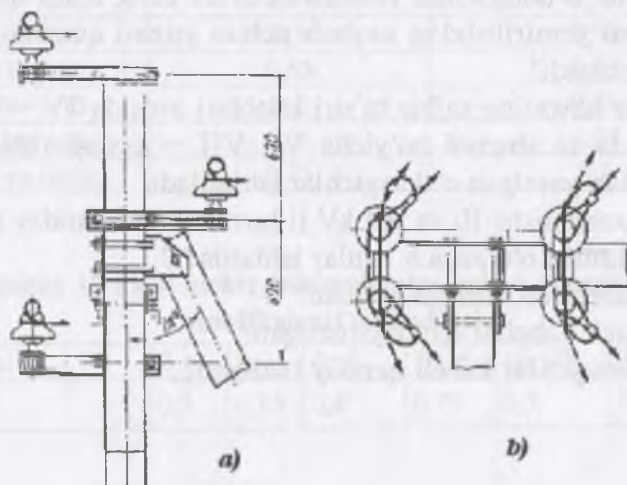
Kuchlanishi 10 kV li liniyalarda o'rnatiladigan «oraliq» sim ustunlarda «Sh» shaklidagi trayvers va SHF-10-A, SHF-10-B, SHSS-10, SHSSL-10, SHF-20 izolyatorlari bilan jihozlanadi (5.27-rasm).

Elektr liniyalari shamol bo'yicha 3–7 rayonlar va muzlash bo'yicha 2–4 rayonlarda maxsus moslamali trayverslarda va alumin po'lat (AS) simlarda o'tkaziladi. Bunday liniyalarda har bir elektr simi ikkita izolyatorga qo'sh holatda ulanishi shart. Bunday talab havo liniyasidagi simlarga ta'sir etadigan mexanik kuchlarni yengish va mustahkamlikni ta'minlash uchun bajariladi.

Simlarning sim ustuniga ulanish holati 18.28-rasmda berilgan.



18.27-rasm. Kuchlanishi 6–10 kV li havo liniyalaridagi izolyatorlar:
a) ShF-10-A; b) ShF-10-B; v) ShSS-10; g) ShSSL-10; d) ShF-20; e) PS-6-A.



8.28-rasm. Kuchlanishi 10 kV li havo liniyasidagi «Burchak anker» sim ustuniga izolyatorlarning joylashishi va simlarning ulanishi: a) — yon tomondan koʻrinish; b) yuqoridan koʻrinishi.

Nazorat savollari:

1. Elektr ta'minot tizimlarida qanday elektr o'tkazgich simlar va kabellar ishlatiladi?

2. Misdan yasalgan o'tkazgich simlarning aksariyati izolyatsiyalangan bo'lib ular qanday joylarda ishlatish uchun mo'ljallangan?

3. Amaliyotda havo liniyalarining mexanik mustahkamligini oshirish maqsadida aluminiy va yana qanday material qo'shib ishlatiladi?

4. Elektr energetika sohasida ishlatiladigan misning solishtirma o'tkazuvchanligi qancha?

5. Aluminiy o'tkazgichning solishtirma o'tkazuvchanligi qancha?

6. Po'lat o'tkazgichning solishtirma o'tkazuvchanligi qancha?

7. Bimetall o'tkazgichlar nima maqsadda ishlatiladi?

8. Nima sababdan po'lat o'tkazgichlar past kuchlanishli tarmoqlarda ishlatishga tavsiya etilmaydi?

9. Po'lat o'tkazgichlar namlik ta'sirida zang bilan qoplanishi bois ularni yemirilishdan saqlash uchun yuzasi qanday metallar bilan qoplanadi?

10. Ob-havoning salbiy ta'siri talablari asosida IV — muzlash rayonlarida va shamol bo'yicha VI, VII — rayonlarida qanday materialdan yasalgan o'tkazgichlar ishlatiladi.

11. Kuchlanishi 10 va 0,4 kV li tarmoqlarda qanday minimal kesimli alumin o'tkazgich simlar ishlatiladi?

12. Kabel deb nimaga aytiladi?

13. Kuch kabellar qanday tuzilgan?

14. Yoritqichlar kabeli qanday tuzilgan?

I L O V A L A R

1-jadval

0,4 kVli elektr tarmoqlaridagi yoppasiga ishlash ko'effitsienti

Iste'molchi soni	Yoppasiga ishlash ko'effitsienti (K_{yo})	Iste'molchi soni	Yoppasiga ishlash ko'effitsienti (K_{yo})
2	0,85	16–20	0,55
3	0,8	21–30	0,5
4–5	0,75	31–50	0,45
6–7	0,7	50–100	0,4
8–10	0,65	100–150	0,38
11–15	0,6	150 va ortiq	0,35

2-jadval

Kuchlanishi 10/0,4 kV li iste'molchi podstansiya uchun quvvat ko'effitsienti qiymatlari

S_k/S_t	$\cos\phi$	
	kunduzgi	tungi
0,25–0,35	0,94	0,97
0,36–0,6	0,9	0,95
0,61–0,85	0,85	0,93
0,86–1,15	0,8	0,89
1,16–1,4	0,78	0,84
1,4 va ortiq	0,75	0,8

3-jadval

Kuchlanishi 10 kV li elektr iste'molchilar uchun yoppasiga ishlash ko'effitsienti qiymatlari

TP soni	2	3	4–6	7–15	16–25	26 va ortiq
K_{yo}	0,9	0,85	0,8	0,75	0,7	0,65

4-jadval

**Kuchlanishi 35/10 kVli iste'molchi podstansiya uchun quvvat
koeffitsienti qiymatlari**

S_k/S_t	$\cos\phi$	
	Kunduzgi	Tungi
0,25–0,35	0,92	0,95
0,36–0,6	0,88	0,93
0,61–0,85	0,83	0,91
0,86–1,15	0,78	0,87
1,16–1,4	0,76	0,82
1,4 va ortiq	0,73	0,78

5-jadval

**Material tarkibi va maksimal yuklamadan foydalanish vaqtiga
bog'liqlikdagi tokning iqtisodiy zichlik ko'rsatkichlari**

№	O'tkazgichlar	Maksimal yuklamadan foydalanish muddati (soat)ga bog'liq holdagi tokning iqtisodiy zichligi (j_{iqt}), (A/ mm ²)		
		1000 dan 3000 gacha	3000 dan 5000 gacha	5000 dan 8760 gacha
1.	Ochiq o'tkazgich va kabel:			
	Misli	2,5	2,1	1,8
	Aluminiyli	1,3	1,1	1,0
2.	Xuddi shunday markaziy osiyoda (Qoraqalpog'iston, Sirdaryo viloyati)	1,5	1,4	1,3
3.	Qog'oz muhofazali kabellar va rezina hamda poluxlor venil izolyatsiyali o'tkazgich simlar:			
	Misli	3,0	2,5	2,0
	Aluminiyli	1,6	1,4	1,2
4.	Mis sim tolali rezina va plastmassa muhofazali ka- bellar	3,5	3,1	2,7

6-jadval

**Quvur orqali o'tkazilgan rezina va plastmassa izolyatsiyali mis
o'tkazgichlarning texnik ko'rsatkichlari**

Tok o'tkazuvchi tolaning kesimi, mm ²	Tok kuchi, A					
	Ochiq o'tkazil- ganda	Bitta quvur ichidan o'tkazilganda				
		Bir tolali	Uchta bir tolali	To'rtta bir tolali	Bitta ikki tolali	Bitta uch tolali
0,5	11	—	—	—	—	—
0,75	15	—	—	—	—	—
1	17	16	15	14	15	14
1,5	23	19	17	16	18	15
2,5	30	27	25	25	25	21
4	41	38	35	30	32	27
6	50	46	42	40	40	34
10	80	70	60	50	55	50
16	100	85	80	75	80	70
25	140	115	10	90	100	85
35	170	135	125	115	125	100
50	215	185	170	150	160	135

7-jadval

**Quvur orqali o'tkazilgan rezina va plastmassa izolyatsiyali
alyumin o'tkazgichlarning texnik ko'rsatkichlari**

Tok o'tkazuvchi tolaning kesimi, mm ²	Tok kuchi, A					
	Ochiq o'tkazil- ganda	Bitta quvur ichidan o'tkazilganda				
		Bir tolali	Uchta bir tolali	To'rtta bir tolali	Bitta ikki tolali	Bitta uch tolali
2,5	24	20	19	19	19	16
4	32	28	28	23	25	21
6	39	36	32	30	31	26
10	60	50	47	39	42	38
16	76	60	60	55	60	55
24	105	85	80	70	75	65
35	130	100	95	85	95	75
50	165	140	130	120	125	105

8-jadval

**Po'lat zirxli rezina hamda plastmassa izolyatsiyali mis
o'tkazgichlar va kabellarning texnik ko'rsatkichlari**

Tok oʻtkazuvchi tolaning kesimi, mm ²	Tok kuchi, A					
	Bir tolali	Ikki tolali		Uch tolali		
		Oʻtkazish usuli				
		Havoda	Havoda	Yerda	Havoda	Yerda
1,5	23	19	33	19	27	
2,5	30	27	4	25	38	
4	41	38	55	35	49	
6	50	50	70	42	60	
10	80	70	105	55	90	
16	100	90	135	75	115	
25	140	155	175	95	150	
35	170	150	210	120	180	
50	215	175	265	245	125	

9-jadval

**Po'lat zirxli rezina hamda plastmassa izolyatsiyali alyumin
o'tkazgichlar va kabellarning texnik ko'rsatkichlari**

Tok oʻtkazuvchi tolaning kesimi, mm ²	Tokkuchi, A					
	Bir tolali	Ikki tolali		Uch tolali		
		Oʻtkazish usuli				
		Havoda	Havoda	Yerda	Havoda	Yerda
2,5	23	21	34	19	29	
4	31	29	42	22	38	
6	38	38	55	32	46	
10	60	55	80	40	70	
16	75	70	105	60	90	
25	105	90	135	75	115	
35	130	105	160	90	140	
50	165	135	205	110	175	

Po'lat o'tkazgichlarning aktiv qarshilik qiymatlari

Tok, A	Bir simlik o'tkazgichlar- ning aktiv qarshiligi, (Om/km)			Tok, A	Ko'p simlik o'tkazgichlarning aktiv qarshiligi, (Om/km)			
	PSO 3,5	PSO 4	PSO 5		PS 25	PS 35	PS 50	PS 70
1	15,4	11,7	7,6	1	5,25	3,96	2,75	1,70
2	16,4	12,7	8,5	2	5,27	3,96	2,75	1,70
3	17,9	14,1	9,7	4	5,30	3,99	2,75	1,70
4	19,6	15,5	11,1	6	5,35	4,02	2,75	1,70
5	21,2	17,0	12,5	8	5,40	4,06	2,76	1,70
6	22,3	18,2	13,7	10	5,50	4,10	2,78	1,70
7	22,6	18,7	14,5	12	5,64	—	2,79	1,70
8	22,5	18,8	15,0	14	5,85	—	2,80	1,70
9	22,3	18,7	15,2	16	6,15	4,46	2,81	1,71
10	22,0	18,5	15,2	18	6,50	—	2,83	1,71
12	21,4	18,0	15,0	20	6,70	4,80	2,85	1,72
14	20,8	17,5	14,8	22	6,82	—	2,88	1,73
16	20,2	17,0	14,6	24	6,92	—	2,92	1,74
18	19,5	16,5	14,3	26	7,00	5,26	2,97	1,75
20	19,0	16,0	14,0	28	7,06	—	3,03	1,76
				30	7,10	5,50	3,10	1,77
				35	7,10	5,60	3,25	1,79
				40	7,02	5,65	3,40	1,83
				45	6,92	5,63	3,52	1,88
				50	6,85	5,60	3,61	1,93

Ko'p sim tolali po'lat o'tkazgichlarning induktiv qarshiligi

Tok, A	O'tkazgiching induktiv qarshiligi, Om/km				Tok, A	O'tkazgiching induktiv qarshiligi, Om/km			
	PS 25	PS 35	PS 50	PS 70		PS 25	PS 35	PS 50	PS 70
1	0,54	0,36	0,23	0,16	20	1,63	1,16	0,42	0,25
2	0,55	0,38	0,24	0,17	22	1,73	—	0,44	0,26
4	0,59	0,40	0,25	0,18	24	1,85	—	0,48	0,27
6	0,67	0,46	0,27	0,19	26	1,94	1,50	0,52	0,28
8	0,77	0,53	0,28	0,20	28	2,00	—	0,55	0,29
10	0,93	0,62	0,30	0,21	30	2,05	1,66	0,59	0,30
12	1,11	—	0,31	0,22	35	2,06	1,73	0,69	0,33
14	1,26	—	0,33	0,23	40	2,09	1,78	0,80	0,37
16	1,40	0,90	0,36	0,23	45	2,08	1,80	0,91	0,41
18	1,51	—	0,38	0,24	50	1,80	1,00	1,00	0,45



Farg'ona viloyatidagi «Furqat» nomli nasos stansiyasi.



Kuchlanishi 35/04 kV li quvvati 100 kVA li transformator.



Farg'ona viloyatidagi «Furqat» nomli nasos stansiyasidagi kuchlanishi 6 kV li vertikal holda o'rnatilgan elektronasos agregatlari

12-jadval

+25°C li muhitda joylashtirilgan, +70°C bo'lgan turli markadagi ochiq simlarni uzoq muddatli ruxsat etilgan yuklama toklari

Mis simlar			Alumin simlar			Po'lat-alumin simlar		Po'lat simlar	
Markasi	Yuklama toki, A		Markasi	Yuklama toki, A		Markasi	Yuklama toki, A (xona tashqari sida)	Markasi	Yuklama toki, A (xona tashqari sida)
	Xona tashqarisida	Xona ichida		Xona tashqarisida	Xona ichida				
M 4	50	25	A10	75	55	AS10	80	PSO3	23
M 6	70	35	A16	105	75	AS16	105	PSO3,5	26
M10	95	60	A25	135	105	AS25	130	PSO4	30
M16	130	100	A35	170	130	AS35	175	PSO5	35
M25	180	135	A50	215	165	AS50	210	PS25	60
M35	220	170	A70	265	210	AS70	265	PS35	75
M50	270	220	A95	322	255	AS95	330	PS50	90
M70	340	270	A120	375	300	AS120	380	PS70	125
M95	415	335	A150	440	355	AS150	445	PS95	140
M120	485	395	A185	500	410	AS185	510		
M150	570	465	A240	590	490	AS240	610		
M185	640	530	A300	680	570	AS300	690		
M240	760	685	A400	815	690	AS400	835		
M300	880	740				ASO150	450		
M400	1050	895				ASO185	505		
						ASU120	375		
						ASU150	450		

**Yer ostida yotqiziladigan qo'rg'oshin yoki alumin qobiqli,
moy-kanifol aralashmali izolyatsiya singdirilgan, mis simli
kabelning uzoq muddatli tok yuklamalari**

Tok o'tkazuvchi simning kesimi, mm ²	Kabelning tok yuklamalari (A)					
	Bir simli 1 kV gacha	Ikki simli 1kV gacha	Uch simli			To'rt simli 1 kV gacha
			3 kV gacha	6 kV gacha	10 kV gacha	
2,5	—	45	40	—	—	—
4	80	60	55	—	—	50
6	105	80	70	—	—	6—
10	140	105	95	80	—	85
16	175	140	120	105	95	115
25	235	185	160	135	120	150
35	285	225	190	160	150	175
50	360	270	235	200	180	215
70	440	325	285	245	215	265
95	520	380	340	295	265	310
120	595	435	390	340	310	350
150	675	500	435	390	355	395
185	755	—	490	440	400	450
240	880	—	570	510	460	—
300	1000	—	—	—	—	—
400	1220	—	—	—	—	—
500	1400	—	—	—	—	—
625	1520	—	—	—	—	—
800	1700	—	—	—	—	—

14-jadval

**Shamolning yerdan 15 metr balandlikdagi normativ
tezligi va bosimi**

Shamol rayonlari	Shamolning tezligi, m/s (bosimi, kgs/m ³)		
	5 yilda 1 marta	10 yilda 1 marta	15 yilda 1 marta
I	27 (21)	40 (25)	55 (30)
II	35 (24)	40 (25)	55 (30)
III	45 (27)	50 (29)	55 (30)
IV	55 (30)	65 (32)	80 (36)
V	70 (33)	80 (36)	80 (36)
VI	85 (37)	100 (40)	100 (40)
VII	100 (40)	125 (45)	125 (45)

Muzning normativ qalinligi, mm takrorlanish bilan (yil)

15-jadval

Yerdan 10 metr balandlikdagi muzning normativ qalinligi

T.R.	Muzlash rayonlari	Muzning normativ qalinligi, mm, takrorlanish yili bilan (yil)	
		5 yilda 1 marta	10 yilda 1 marta
1	I	5	5
2	II	5	10
3	III	10	15
4	IV	15	20
5	Maxsus	20 dan yuqori	22 dan yuqori

A-3100 avtomat o'chirgichlarning texnik ko'rsatkichlari
 ($U_{o'zgarm} = 220 \text{ V}$, $U_{o'zgaruvch} = 500 \text{ V}$) va **A-3700** ($U_{o'zgarm} = 440 \text{ V}$,
 $U_{o'zgaruvch} = 660 \text{ V}$)

O'chirgich turi	Nominal toki, A	Ajratkich turi	Ajratkichning nominal toki, A	Og'rligi, kG
A 3100	50	Issiqlikli	15, 20, 25, 30, 40, 50	1,15
A-3110	100	Kombinatsiyali	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100	2,6
A-3120	100	Kombinatsiyali	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100	4,0
A-3130	200	- / -	15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80, 100	9,1
A-3140	600	- / -	120, 150, 200	19,4
A-3710B	40	Yarimo'tkazgichli, elektro magnitli	250, 300, 400, 500, 600	6,1
	80	- / -	20, 25, 30, 40	19,7
A-3730B	160	- / -	80, 100, 125	26,7
A-3730B	400	- / -	160, 200, 250, 320, 400	
A-3740B	630		250, 320, 400, 500, 630	

**Kuchlanishi 0,4 kV liAP 50 avtomat o'chirgichlarning
texnik ko'rsatkichlari**

Avtomat turi	Q u t b soni	Ajratkich turi	Ajratkichning nominal toki, A	Issiqlik ajratkich nominal tokini o'zgartirish da- rajasi, A	Elektr magnet ajratkichning lahzaviy ishga tushish toki, A
AP50-3MT AP50-2MT	3 3	Elektromagnet issiqligi	1,6 2,5	1...1,6 1,6...2,5	11 17,5
AP50-3T AP50-2T	3 2	Issiqligi	4 6,4	2,5...4 4...6,4	28 45±15%
AP50-3M AP50-2M	3 2	Elektr magnet nitli	10 16 25 40 50	6,4...10 10...16 16...25 25...40 40...50	70 100 175 280 350
AP50-3 AP50-2	3 3	Yo'q	O'chirgichning nominal toki	—	—

Mis, aluminij va po'lat o'tkazgichlarning hisob va konstruktiv ma'lumotlari

Mis o'tkazgichlar				Aluminij o'tkazgichlar				Po'lat o'tkazgichlar							
Nominal kesimi, mm ²	Hisob kesimi, mm ²	Hisob diametri, mm	Aktiv qarshiligi, Om/km	O'tkazgichning og'irligi, kgs/km	Nominal kesimi, mm ²	Hisob kesimi, mm ²	Hisob diametri, mm	Aktiv qarshiligi, Om/km	O'tkazgich og'irligi, kgs/km	Nominal kesimi, mm ²	Hisob kesimi, mm ²		Hisob diametri, mm	Aktiv qarshiligi, Om/km	O'tkazgichning og'irligi, kgs/km
											Aluminij qismi	Po'lat qismi			
4	3,94	2,2	4,65	35	16	15,9	5,1	1,98	44	25	22,8	3,8	6,6	1,38	92
6	5,85	2,7	3,06	52	25	24,7	6,4	1,28	68	35	36,9	6,2	8,4	0,85	150
10	9,79	3,5	1,84	87	35	34,4	7,5	0,92	95	50	48,3	8,0	9,6	0,65	196
16	15,5	5,0	1,20	140	50	49,5	9,0	0,64	136	70	68,0	11,3	11,4	0,46	275
25	24,5	6,3	0,74	221	70	69,3	10,7	0,46	191	95	95,4	15,9	13,5	0,33	386
35	34,1	7,5	0,54	323	95	93,3	12,4	0,34	257	120	115	22,0	15,2	0,27	492
50	48,5	8,9	0,39	439	120	117	14,0	0,27	322	150	148	26,6	17,0	0,21	617
70	68,3	10,7	0,28	618	150	148	15,8	0,21	407	185	181	34,4	19,0	0,17	771
95	92,5	12,5	0,20	837	185	183	17,5	0,17	503	240	238	43,1	21,6	0,132	997
120	117	14,0	0,158	1058	240	239	20,0	0,132	656	300	295	56,3	24,2	0,107	1257
150	148	15,8	0,123	1338	300	298	22,4	0,106	817	400	395	72,2	28,0	0,08	1660

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. Erkin va farovon demokratik O'zbekiston davlatini birgalikda barpo etamiz. — Toshkent: «O'zbekiston», 2016. — 56-b.
2. Mirziyoyev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat'iy tartib — intizom va shaxsiy javobgarlik — har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo'lishi kerak. — Toshkent: «O'zbekiston», 2017. — 104-b.
3. Mirziyoyev Sh.M. Qonun ustuvorligi va inson manfaatlarini ta'minlash — yurt taraqqiyoti va xalq farovonligining garovi. — Toshkent: «O'zbekiston», 2017. — 48-b.
4. Mirziyoyev Sh.M. O'zbekistonni rivojlantirishning beshta ustuvor yo'nalishi bo'yicha Harakatlar strategiyasi. — Toshkent: «O'zbekiston», 2017. «Gazeta.uz»
5. А.А. Федоров, Л.Е. Старкова — Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. — Москва: «Энергоатомиздат», 2007 г. — С.369.
6. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей. Под ред. В.М. Блок. — Москва: «Высшая школа», 1990 г. — С.285.
7. И.А. Будзко, Н.М. Зулл. Электроснабжение сельского хозяйства. — Москва: ВО «Агропромиздат» 2005. — С.495.
8. И.А. Будзко, В.Ю. Гессен, М.С. Левин. Электроснабжение сельскохозяйственных предприятий и населенных пунктов. — Москва: «Колос», 2005. — С.290.
9. J. Duncan Glover, Mulikuta S. Sarma, Thomas J Overbye, — Pover system analysis and dising. Library of Congress Control — University of Illinois USA — 2010.
10. N.T. Toshpo'latov «Elektr tizimlarni loyihalash» — Toshkent: TIMI, 2017-y. —335-b.
11. В.Б. Атабеков. — Городские электрические сети. Справочник. — Москва: «Стройиздат», 2006 г. — С.384.
12. П.А. Умов. — Обслуживание городских электрических сетей. — Москва: «Высшая школа», 2004 г. — С.215.

13. Э.Я. Гричиевский и др. — Справочник по проектированию электросетей сельской местности. — Москва: «Энергия», 2008. — С.349.

14. Справочник по проектированию электрических сетей. Под ред. Д.Л. Файбисевича. — М.: НЦ Энас, 2006. — С.346.

15. А.В. Кайбышев, С.Г. Обухов. Расчет и проектирование систем электроснабжения. Справочные материалы по электрооборудованию. — Томск, 2005. — С.168.

16. N.T. Toshpo'latov. «Elektr tizimlarni loyihalash» fanidan amaliy mashg'ulotlar o'tkazish uchun uslubiy qo'llanma. — Toshkent: TIMI, 2014-y. — 51-b.

17. Каганов И.Л. Курсовое и дипломное проектирование. — Москва: «Агропромиздат», 1990. — С.351.

18. Справочник по проектированию электропривода, силовых и осветительных установок. Под редакцией Я.М. Большама, В.И. Круповича, М.Л. Самовера. — Москва: «Энергия», 1994. — С.727.

19. S. Majidov. Elektr mashinalari va elektr yuritma. — Toshkent: «O'qituvchi», 2002-y. — 78-b.

20. Э. А. Киреева, Электроснабжение и электрооборудование цехов промышленных предприятий, — Москва: КноРус, 2011 г. — С.368.

21. Правил устройства электроустановок. — Санкт Петербург: «Деан», 2007 г. — С.702.

22. <http://www.uzbekenergo.uz/rus/>

23. <http://www.gov.uz/ru/>

24. [http://www.gov.uz/ru/section.scm?sectionid=2039 &contentid=17519](http://www.gov.uz/ru/section.scm?sectionid=2039&contentid=17519)

25. <http://www.agro.uz/uzb/>

MUNDARIJA

KIRISH	3
1. RESPUBLIKAMIZDA ELEKTR ENERGETIKA SOHASINING RIVOJLANISHI, HOZIRGI HOLATI VA KELAJAGI.	5
2. SUV XO'JALIGI ELEKTR TA'MINOT TIZIMLARINI LOYIHALASH.	15
2.1. Loyihalashning umumiy masalalari	15
2.2. Loyihaning tarkibi va hajmi	17
2.2.1. Loyihaning bayon qismi.	18
2.2.2. Obyektdagi elektr iste'molchilarning yuklamasini hisoblash.	22
2.2.3. Talaba tomonidan bajariladigan «Bitiruv malakaviy ishi» (BMI)ning tarkibi va hajmi.	31
2.2.4. Talaba tomonidan bajariladigan «Kurs loyihasi» (KL)ning tarkibi va hajmi.	32
3. LOYIHA UCHUN BOSHLANG'ICH QIDIRUV. MA'LUMOTLARNI YIG'ISH VA TALABNOMA TUZISH	34
3.1. Ishlab chiqarish obyektlarini loyihalashda injener tomonidan bajariladigan ishlar	34
3.2. Talaba tomonidan bitiruv malakaviy ishi va kurs loyihasini bajarish uchun zaruriy ma'lumotlar.	36
3.3. Loyihani rasmiylashtirish	38
4. LOYIHANI BAJARISH VA HIMOYALASHGA QO'YILADIGAN TALABLAR. LOYIHALASHDA FOYDALANILISHI TAVSIYA ETILADIGAN KOMPYUTER DASTURLARI VA TEXNIK VOSITALAR	43

4.1. Loyihani bajarishga qo'yiladigan talablar	43
4.2. Loyihalashda foydalanishi tavsiya etiladigan kompyuter dasturlari va texnik vositalar	46

5. ELEKTR ISTE'MOLCHILAR YUKLAMALARI VA HISOBLASH USULLARI. 51

5.1. Elektr iste'molchilar yuklamalari va hisoblash formulalari	51
5.2. Elektr yuklamalarni hisoblash usullari	56
5.3. Elektr yuklamalarni hisoblashning asosiy usullari	57
5.4. Yuklamani hisoblashning qo'shimcha usullari.	61
5.5. Bir fazali iste'molchilar yuklamasini e'tiborga olgan holda hisobiy yuklamani aniqlash	63
5.6. Cho'qqi (PIK) yuklamalarni aniqlash	67
5.7. Elektr ta'minot tizimining turli pog'onalarida elektr yuklamalarni hisoblash.	70
5.8. Qishloq xo'jaligi mahsulotlarini ishlab chiqaruvchi korxonalarning yuklamalari	75

6. O'ZGARMAS TOKLI ELEKTR TARMOQLARINI LOYIHALASH. 83

6.1. O'zgarmas tok tarmoqlarining hisobi	85
--	----

7. LOYIHA OBYEKTLARIDAGI BIR FAZALI ISTE'MOLCHILAR YUKLAMASINI HISOBLASH 90

8. UCH FAZALI ISTE'MOLCHILARNI LOYIHALASH HISOBI 94

8.1. Uch fazali tarmoqdagi yuklamalarni hisoblash	94
8.2. Kelajak rivojlanish rejasi asosida elektr tarmoqlarini loyihalash	104

9. SUV XO'JALIGI OBYEKTLARIDAGI TASHQI VA ICHKI TARMOQLARNI LOYIHALASH 109

9.1. Tashqi tarmoqlarni loyihalash	109
9.2. Tashqi ta'minot manbalarini tanlash	110
9.3. Elektr tizimining ichki elektr ta'minoti sxemalari	112
9.4. Loyiha obyektida transformatorni o'rnatish joyi, quvvati va sonini belgilash	115
9.4.1. Kuchlanishi 35...110/10–6 kv li pasaytiruvchi podstansiyalar	115
9.4.2. Transformator podstansiyasi va punkti o'rnini belgilash uchun yuklama markazini aniqlash	124
9.4.3. Kuchlanishi 35...10(6)/0,4 kv li podstansiyalarni loyihalash	126

10. LOYIHALANAYOTGAN OBYEKTЛАRNING

QISQA TUTASHUV TOKLARINI HISOBLASH 139

10.1. Qisqa tutashuv va yerga tutashuv bo'yicha umumiy ma'lumotlar	139
10.2. Qisqa tutashuvning hisob sxemasini tuzish	143
10.3. Loyihalanayotgan yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlarni qisqa tutashuv toklariga tekshirish	149

11. LOYIHALANAYOTGAN ELEKTR

TIZIMLARDAGI ENERGIYA SARFI VA

RUXSAT ETILGAN ISROF MIQDORI 163

11.1. Suv xo'jaligi obyektlari va qishloqlardagi energiya sarfi	163
11.2. Suv xo'jaligi obyektlari va qishloqlarni loyihalash uchun yuklamani hisoblashi	165
11.3. Loyiha obyektida yuklamani grafik usulida hisoblash	178
11.4. Loyiha obyektida yuklamani yoppasiga ishlash koeffitsienti (k_{y0}) asosida hisoblash usuli	190

12. ELEKTR ENERGIYASINING SIFAT KO'RSATKICHLARI VA ULARNI LOYIHALASHDA E'TIBORGA MOLIK JIHATLAR	197
---	-----

13. LOYIHALANAYOTGAN OBYEKTlarda REAKTIV QUVVATNI KOMPENSATSIYALASH	203
13.1. Reaktiv quvvatni kompensatsiyalashning maqsadi . . .	203
13.2. Past kuchlanishli elektr tarmoqlarida reaktiv quvvatni kompensatsiyalash.	206
13.3. Kuchlanishi 6—10 kv li tarmoqlarda reaktiv quvvatni kompensatsiyalash.	212
13.4. Energiya sistema maksimal yuklangan payti uchun korxonadagi kompensatsiya qurilmalari quvvatini aniqlash	217

14. LOYIHA OBYEKTlarIDAGI ELEKTR TIZIMlarINING MEXANIK HISOBI	228
14.1. O'tkazgichlarning mexanik mustahkamligini hisoblash.	228

15. YUQORI KUCHLANISHDAN HIMOYA TIZIMlarINI LOYIHALASH.	237
15.1. Atmosfera yuqori kuchlanishlari haqida umumiy ma'lumotlar	237
15.2. Yashin qaytargichlarni loyihalash.	239

16. YERLASHTIRISH TIZIMlarINI LOYIHALASH.	247
16.1. Yerlashtirish tizimi haqida umumiy ma'lumotlar . . .	247
16.2. Loyihalanayotgan yerlashtirish tizimlariga qo'yiladigan talablar.	252

17. LOYIHA OBYEKTlarINING TEXNIK IQTISODIY HISOBI	264
--	-----

18. ELEKTR TA'MINOT LINIYALARINI LOYIHALASH.....	276
18.1. Elektr o'tkazuvchi simlar va kabellarning tuzilishi va texnik ko'rsatkichlari	276
18.2. Havo va kabel liniyasi loyihalari uchun o'tkazgichni tanlash.....	284
18.3. Kabel liniyalarini loyihalash	292
18.4. Havo liniyalarni loyihalash	303
18.4.1. Havo liniyalariga qo'yiladigan talablar	305
18.4.2. Havo liniyalaridagi sim ustunlar	309
18.4.3. Havo liniyalaridagi izolyatorlar	320
I L O V A L A R.....	323
FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....	337

TOSHPO'LATOV NUSRATILLO TELMANOVICH

ELEKTR TIZIMLARINI LOYIHALASH

darslik

Muharrir *M. Tursunova*

Musahhih *M. Turdiyeva*

Dizayner *D. Ermatova*

«O'zbekiston faylasuflari milliy jamiyati» nashriyoti,
100029, Toshkent shahri, Matbuotchilar ko'chasi, 32-uy.
Tel./faks: 239-88-61.

Nashriyot litsenziyasi: AI №216, 03.08.2012.

Bosishga ruxsat etildi 25.11.2019. «Uz-Times» garniturası. Of-
set usulida chop etildi. Qog'oz bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$. Shartli bos-
ma tabog'i 22,0. Nashriyot bosma tabog'i 21,5. Adadi 400 nusxa.
Buyurtma № 2.

«ZAKOVAT-PRINT» XK bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent shahri, Z. Roziy ko'chasi, 1-proyezd, 24-uy.



«O'ZBEKISTON FAYLASUFLARI MILLIY JAMIYATI»
NASHRIYOTI

ISBN 978-9943-6141-2-4



9 789943 617124