

**O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIV VA O‘RTA MAXSUS TA‘LIM VAZIRLIGI**

D.I.QURBONBOYEVA, I.A.ABDULLABEKOV.

**ELEKTR IZOLYATSIYA VA KABEL TEXNIKASI
DARSLIK**

Toshkent 2020

UDK 621.315

D.I.Qurbonboyeva, I.A.Abdullabekov Elektr izolyatsiya va kabel texnikasi.
Darslik. – Toshkent: 2020, 253 b.

Mazkur o'quv darslikda kabel turlari va kabel texnologiyalar to'g'risida ma'lumotlar berilgan. Kabel bu energiya uzatish moslamasi bo'lib, ularning xarakteristikalari, konstruksiyalari, klassifikatsiyasi, asosiy qismlari hamda nazariy asoslari va har xil turdagi kabel, sim va chilvirlar ishlab chiqarish texnologik jarayonlari keltirilgan. Kabel mahsulotlarini elektr hisobi ko'rilgan hamda har xil usullar yordamida kabel issiqlik xarakteristikalarini va kabel konstruksiyalarida qisman ruxsat etilgan tok yuklamasini aniqlash ko'rib chiqilgan.

В данном учебном пособий даны характеристики кабельных изделий как средств передачи энергии, их конструкций, классификация, основные элементы, а также основы теории и технологии процессов производства разных видов кабелей, проводов и шнуров. Рассмотрены электрические расчёты кабельных изделий, а также различные методы определения тепловых характеристик кабельных изделий, в частности, определение допустимого тока нагрузки применяемых в конструкций кабелей.

Feature cable product are Given as facilities of the issue to energy, their design, categorization, the main elements, as well as bases to theories and technologies of the processes production miscellaneous type cables, wire and cord. They Are Considered electric calculations cable product, as well as different methods of the determination of the heat features cable product, in particular, determination of the possible current of the load of the applicable cables in designs.

Jadval 59 ta, rasm. 44 ta

Adabiyotlar ro'yxati 15 nomda berilgan

Taqrizchilar: A. O'. Mirisaev – Toshkent arxitektura qurilish instituti o'quv ishlari prorektori, t.f.n.;
Q. G'. Abidov – Toshkent davlat texnika universiteti
“Elektrtexnika” kafedrasini mudiri, t.f.d.

KIRISH

«Elektr izolyasiya va kabel texnikasi» fani bo'yicha tuzilgan o'quv darslik DTS talablari asosida tuzilgan. Respublikamizda iqtisodiy islohatlarni yanada chuqurlashtirish hamda bozor munosabatlarning rivojlanishida malakali mutaxassislarni tayyorlashga zaruriyat katta. Shuning uchun, ushbu fanni o'qitishdan maqsad - yo'nalishning mahsus fanlarning o'rganish va chuqur egallash uchun zarur bo'lgan umumkasbiy bilimlarni, tarixiy ma'lumotlarni, asosiy vazifalarni, ta'lim standartida talab qilingan ko'nikmalarni ta'minlashdir.

O'quv fanini o'rganishning asosiy vazifalari: energetikaning rivojlanish tarixi, energetikaning asosiy qonunlari va tushunchalari, energetika resurslarini, energiyani uzatish usullari, energetika qurilmalari, elektr sistemasining tashkil etuvchilarini elektr iste'molchilari haqidagi ma'lumotlarni talabalarga etkazuvidir.

Fan bo'yicha bilim, malaka va ko'nikmalarga ega bo'lish uchun talabalar quydagilarni o'zlashtirish lozim: o'zining bo'lajak kasbining mohiyati va ijtimoiy ahamiyati; dielektrik, o'tkazgich, yarim o'tkazgich, magnit materiallar va ularning konstruksiyasi xamda ishlatish asoslari, elektr texnikada qo'llaniladigan elektr texnika materiallarini tavsiflarini tajriba yo'li bilan olish va taxlil qilishni, elektr texnika materiallarini nazariyasi, ishlatish va qo'llanish sohalari haqidagi ko'nikmalariga ega bo'lishi, elektr texnika sohasida ishlatiladigan elektr texnik materiallarni etarlicha o'zlashtirish tajribasiga ega bo'lishi kerak.

“Elektr izolyasiya va kabel texnikasi” fani energetika sohasi bo'yicha o'qitiladi. Dasturni amalga oshirish o'quv rejasida rejalashtirilgan matematik va tabiiy (oliy matematika, fizika) umumkasbiy (mashina

detallari; materiallar qarshiligi, mashina va mexanizmlar nazariyasi; metrologiya, standartlashtirish va sertifikatlash; energetika (elektr texnika materiallari va x.k.) fanlaridan etarli bilim va ko'nikmalarga ega bo'lishlik talab etiladi.

Elektr energiyani ishlab chiqarish, uzatish va iste'mol qilish elementlari to'g'risida tushuncha xosil qilish va ularning tuzulishini ta'kid qilish zarurdir.

Ushbu fan talabaga yuqoridagi vazifalarni bajarish uchun zaruriy bilimlarni beradi. Shuning uchun fan elektr energetika asoslari fani xisoblanib, ishlab chiqarish texnologik tizimining ajralmas bo'g'inidir.

Talabalar «Elektr izolyasiya va kabel texnikasi» fanini o'zlashtirishlari uchun o'qitishning ilg'or va zamonaviy usullaridan foydalanish, yangi informatsion-pedagogik texnologiyalarni tadbiq qilish muhim ahamiyatga egadir. Fanni o'zlashtirishda darslik, o'quv va uslubiy qo'llanmalar, ma'ruza matnlari, tarqatma materiallar, elektron materiallar, virtual stendlar va maketlaridan foydalaniladi. Ma'ruza, tajriba mashg'ulotlarida mos ravishdagi ilg'or pedagogik texnologiyalardan foydalaniladi.

1. KUCHLI KABELLAR VA AXBOROT-KOMMUNIKATSIYA TEXNOLOGIYALARINING RIVOJLANISH BOSQICHLARI.

Elektr zaryadlarni katta masofalarga uzitish g'oyasini birinchi bo'lib Leypsig universitetining fiziologiya professori Iogani Vinkler bo'ldi. Uning fikricha "izolyasiyalanib osilgan tok o'tkazgich sim yordamida zaryadlarning turli burchaklariga qadar uzatish mumkin" deb uqtirib, u "kelajakda bunday ishlar mislsiz yangi tadqiqot bo'lib qoladi" deb aytib o'tgan.

Birinchi bo'lib izolyasiyalangan tok o'tkazgich texnologiyasi haqida 1780-yilda italiyalik olim Tiberio Kavallo uqtirib o'tgan. U kuydirilgan va osib cho'zilgan mis yoki latundan tayyorlangan simni qizdirilgan holda uning ustiga mum qoplab va uning ustiga sochiq materilidan mato tayyorlangan tasma bilan o'rab chiqib yana uning ustidan mum bilan qoplash xisobiga izolyasiyalangan tok o'tkazgich simga erishilgan. Qo'shimcha ravishda izolyasiyalangan sim jundan tayyorlangan chexol bilan o'rab chiqilgan. Ma'lum bir uzunlikdagi izolyasiyalangan tok o'tkazgich sim bo'laklari bir-biri bilan ulangan joylari moy bilan shimdirilgan shoyi materiali bilan yaxshilab bog'lab qo'yilgan va u o'z navbatida mufta vazifasini bajargan.

1795-yili ispaniyalik vrach Fransisko Salvo Barselona fanlar akademiyasiga tavsiya etiluvchi aloqa liniyasi haqida axborot berib o'tgan, uning fikricha "izolyasiyalangan simlarni bir-biridan ma'lum bir masofada ushlab turilmagan holda ular bir-biri bilan o'ralib kabel holatiga keltirilib ma'lum bir balandlikda osib qo'llash mumkin" deb aytib o'tgan. Unda har bir simni izolyasiyalash uchun mum bilan shimdirilgan qog'oz yordamida o'ralib chiqiladi, undan so'ngra

esa hamma simlar bir-biri bilan aylantirib o‘rab chiqilib yana ular bir qancha qog‘oz o‘ramlari bilan o‘ralib chiqiladi, bu bilan esa simlardan oqib ketuvchi elektr zaryadlarni tashqariga oqib chiqishiga yo‘l qo‘yilmaydi.

1816-yili Angliyada birinchi bo‘lib tadqiqot tariqasida er osti aloqa kabeli oldindan kavlab tayyorlangan 1,2 metr chuqurlikdagi transheyaga mum bilan shimdirilgan taxtadan tayyorlangan oraliqlar orasiga yotqizildi. Mum bilan shimdirilgan taxta oraliqlariga esa shishadan tayyorlangan naychalar joylashtirilib, uning ichidan izolyasiyalangan mis simlar tortib olindi.

1840-yili Angliyada uzunligi 30 km bo‘lgan telegraf aloqa liniyasi cho‘yan quvurlar ichidan tortib yotqizildi va ular yordamida telegraf aloqasi tashkil etildi. Bu ishlarni bajarish uchun loydan yoki asfaltdan tayyorlangan quvurlarni 0,9 metr chuqurlikga yotqizish taklif etilgan.

1841-yili rossiyalik olim Yakobi Petrograd shahridagi Qishki Saroy bilan Bosh SHTab binosi oralig‘ida telegraf aloqasi uchun aloqa liniyasi yotqizish ishlarini taklif etdi. Bunday aloqa liniyasi diametri 3,0 mm bo‘lgan hamda qizdirilgan yumshoq mis simlari paxtalik-qog‘oz iplar o‘rami bilan qoplanib, ular orasiga hayvon yog‘i, vosk va kanifol aralashmasidan tayyorlangan mastika bilan izolyasiyalangan, undan keyin izolyasiyalangan simlar ketma-ket ravishda bir-biri bilan ulangan ingichka tunukadan tayyorlangan gilzalar ichidan tortib yotqizilgan.

1844-yili Amerika qo‘shma shtatlarida Morze loyixasi bo‘yicha ko‘plab simlarga ega bo‘lgan kabelni qo‘rg‘oshin quvur ichidan tortib yotqizish ishlari rejalashtirilgan. Aloqa kabelini yotqizish maqsadida

muxandis Ezroy Kornell tomonidan maxsus omoch ixtiro qilinib, uning yordamida er yuzasining ma'lum bir chuqurligida transheya kavlanib, uning ichiga kabel yotqizilib, undan so'ngra kavlangan trasheya ko'milib ketilgan. Bu ixtiro birinchi kabelyotqizgich ixtiro edi.

1881-yili Parij shahrida Halqaro Elektrotexnika ko'rgazmasida elektromagnit telegrafini ixtiro qilgan Shilling tomonidan kabel maxsulotining namunasi ko'rsatib o'tilgan va bu maxsulot telegraf kabeli deb nomlanib, u sakkiz dona mis simlaridan iborat bo'lib, ularning har biri kauchuk massasi bilan qoplanib izolyasiyalangan va ularning hammasi birgalikda tashqi tomonidan kauchuk massasi bilan shimdirilgan tasma yordamida o'rab chiqilgan.

O'sha paytlarda izolyasiyaning elektr o'lchov ishlari olib borilmagan bo'lsa ham Shillingning ta'kidlashicha o'zi yaratgan har qanday kabel bo'laklarining namunalarini er ostiga yoki suv ostiga yotqizilgandan so'ngra ishlatilgan kabel namunalarining izolyasiyasi o'z xususiyatini tezda yo'qotadi, bu esa 1835-yili elektr telegrafi uchun taqdim etilib hamda simyog'ochlarga osib yotqizilgan havo izolyasiyali ochiq turdagi kabellarga nisbatan ularning izolyasiyasi tezda o'z xususiyatini bir muncha saqlab turgan .

Uzoq vaqt mobaynida xavo izolyasiyali aloqa kabellari telegraf aloqasi uchun qo'llanilib turildi , ammo guttapercha izolyasiyali (izolyasiyasi mum bilan shimdirilgan qog'oz yordamida o'ralgan) aloqa kabellar asosan suv osti kabellari uchun qo'llanilib kelgan.

Suv kechuvlarida qo'llanuvchi birinchi aloqa kabellari asosan suv tagidan ya'ni suvostiga ko'milgan holda yotqizib kelingan.1840-yilning ohirlarida tok o'tkazgich simlari guttapercha izolyasiyali simlarni suv

ostiga yotqizish tadqiqot ishlari olib borildi. Daryo yoki ko'l ostida yotqizilgan kabellarni mexanik tomondan himoyalash uchun ikki qirg'oq tomonda temirdan tayyorlangan zanjir yoki trosdan parallel ravishda foydalanilgan.

1850-yili birinchi dengiz kabeli Pa-de-Kale bo'g'ozi orqali yotqizildi.

1852-yili o'nta po'lat simlardan iborat bo'lgan zirx qatlami yaratildi.

Birinchi trans atlantik kabelini yotqizish uchun 10-yildan ortiq vaqt kerak bo'lgan bo'lgan (1856-1866g). Bu vaqt mobaynida kechuv ishlari uchun besh marotaba urinishlar bo'lib o'tgan.

XIX-asrning ohirlariga borib transatlantik magistral liniyalar soni 13 taga etgan. SHundan so'ngra 90-yildan keyin 1956-yili Atlantika okeani orqali birinchi telefon aloqa liniyasi ishlay boshladi.

Zamon talabiga javob beruvchi suv osti aloqa kabellari 25-iyun 1876-yili Aleksandr Bell tomonidan Filadelfiya shahrida ochilgan butun jahon Elektrotexnik ko'rgazmada o'zining ixtirosini ya'ni o'zi ixtiro qilgan telefon apparatini taqdim etgandan cho'ngra bu ishlar ancha rivojlanib ketgan.

Telegraf apparatlari yordamida ma'lumotlarni uzatish uchun qo'llangan telefon kabellariga o'tishning ilk qadamlari aloqa kabellarini o'zgarmas parafin bosimi ostida ushlab turish yordamida kabellarni muhofazalash choralari ko'rildi. Ikkinchi masala esa aloqa kabellarini o'zgarmas havo yoki gaz bosimi ostida ushlab turish yordamida kabellarning izolyasiya parametrlarini normada ushlab turish bo'ldi.

1882-yili esa tok o'tkazgich simlarni kordel - tasmali izolyasiyasi ixtiro qilindi.

1889-yili simmetrik bo‘lmagan zanjirlarni qo‘llash masalasi bo‘yicha qonun qabul qilinib ,unda zanjirning ikkinchi tok o‘tkazgich sim vazifasini er bajarishi hamda simmetrik ikkitalik simdan tashkil topgan zanjirdan bittalik simli zanjirga o‘tish haqidag qonun osti xujjatlari qabul qilindi.

1890-1891- yillar mobaynida germetik bo‘lgan qo‘rg‘oshin qobiqlarni qo‘llash masalasi xal qilinib , ular avvallari paxtalik-qog‘ozli izolyasiya o‘rniga quruq bo‘lgan havo qog‘ozli izolyasiyaga o‘tildi va bunday turdagi izolyasiya XX- asrning o‘rtalariga qadar eng yaxshi izolyasiya sifatida qo‘llanilib kelingan .

1892-yili kordel-qog‘ozli izolyasiya ixtiro qilinib ular aloqa kabellarida qo‘llanilib kelgan.

O‘tgan asrning 90-yillaridan boshlab tok o‘tkazgich simlaridan tashkil topgan kabel zanjirlari orasidagi o‘zaro ta’sirlarni kamaytirish va tashqi ta’sirlardan himoyalalanish maqsadida tok o‘tkazgichlarning juftlik va to‘rtlik o‘ramlari qo‘llana boshlandi.

O‘tgan asrning yigirmanchi yillarida uzoq masofali aloqani tashkil etish maqsadida kordel-qog‘oz izolyasiyali va to‘rtlik o‘ramli “yulduz” yoki “ikki juftlik” o‘ramli aloqa kabellari ixtiro qilinib ishlab chiqarildi hamda bunday kabellar yordamida aloqani tashkil etish masofasi 30-40 kilometrgacha etkazilib sifatli aloqa tashkil etila boshlandi.

1927-yil 25 –yanvar kuni AQShlarida tok o‘tkazgich simlarni selluloza massasi bilan izolyasiyalash usuli uchun oltita patent olindi, keyinchalik bunday turdagi izolyasiyani sobiq SSSRda aloqani tashkil etish maqsadida qo‘llay boshlandi.

Keyingi paytlarda yuqori sifatli dielektrlardan yuqori chastotali sopol, polistirol, stirofleks kabi izolyasiyalovchi materiallar ixtiro qilingandan keyin koaksial kabellar paydo bo'ldi. Birinchi koaksial magistrali 1936-yili ishga tushirildi.

Tarixga nazar soladigan bo'lsak izolyasiya materiallarining keng ravishda rivojlanish bosqichlaridan biri polietilen materialini kashf etilishi xisoblanadi. To'liq polietilen izolyasiyalik kabellar 1940-yildan boshlab ishlab chiqarila boshlandi.

1948-yildan boshlab alyuminiy va polietilen materialining birlashtirilgan ko'rinishidagi "alpet" turidagi namlikdan himoyalovchi qobiqlar qo'llana boshlandi.

1949-yili sobiq Ittifoqda polivinilxlorid plastikatidan tayyorlangan shlang (ichak) ko'rinishida qoplangan qobiqli kabellar ishlab chiqarila boshlandi. 1950-yildan boshlab esa simmetrik kordel-stirofleks izolyasiyalik kabellar ishlab chiqarila boshlandi. Bunday kabellar yordamida kabel zanjirlarining so'nish qiymati kamaytirildi va zanjirlar orasidagi o'zaro ta'sir parametrlari ancha kamaytirildi.

1964-yili ingliz muxandisi Georg Dodd elektr aloqa kabellarining 40%ga yaqin bo'lgan ichki xajm bo'shlig'ini neftni qayta ishlovidan chiquvchi yopishqoq suyuq kompaund bilan to'ldirish mumkinligi o'z tajribasidan o'tkazdi va shu bilan kabelning bo'shlig'i gidrofob kompaund bilan to'ldirish texnologiyasi qo'llana boshlandi. Shu vaqtdan boshlab "to'ldirgichli" yoki "germetiklangan" kabellar paydo bo'ldi.

1970-yillardan boshlab optik to'lqin uzunlik diapozonida ko'rinishchi va infraqizil nurlanish diapozonida nur o'tkazgichlar hamda optik tolali aloqa kabellari qo'llana boshlandi.

2. KABEL MAHSULOTLARINING ASOSIY QISMLARI VA ATAMALARI.

Kuchli kabellar sanoat chastotali, o'zgaruvchan va o'zgarmas kuchlanishli elektr energiyasini uzatish, hamda taqsimlashga mo'ljallangan. Halq xo'jaligining barcha yo'nalishlarida sanoat va texnik taraqqiyot rivojlanishi shaxar va qishloqlarni elektr energiya bilan ta'minlashda

1-35, 110 kVli elektr tarmoqlarida kuchli kabellarning roli beqiyosdir. Ushbu kabellarning asosiy qismi kuchlanishi 0,4-1kV va 6-10 kV elektr tarmoqlarida qo'llaniladi. Yuqori kuchlanishli kabel narxining qimmatligi, montaji va ekspluatatsiyasi murakkabligi sababli kabel liniyasi havo liniyasiga raqobatlasha olmaydi. Elektr texnika sanoatida kabel mahsuloti, umumiy ishlab chiqariladigan mahsulotni 20% ni tashkil etadi va sanoat, transport, aloqa, qishloq va kommunal xo'jaliklarini elektr energiya bilan ta'minlaydi. Ishonchli va uzoq muddatli ishlaydigan kabel hamda tarmoqlariga alohida e'tibor berilmoqda. Dastavval ishlab chiqarilgan kabel izolyasiyasi asosan moy shimdirilgan qog'oz bo'lsa, so'ngi paytlarda mahsus rezina va plastmassa izolyasiyali kabelga katta e'tibor berilmoqda. Ko'pgina rivojlangan kapitalistik davlatlar elektr tarmoqlarida asosan plastmassa izolyasiyali kabel va uning armaturasi qo'llanilmoqda. Bu ko'p miqdorda rangli va qora metalni tejash imkonini yaratadi. Kabel mahsuloti va uning armaturasiga bo'lgan talab kun sayin ortib bormoqda. Respublikada qo'plab ishlab chiqarilayotgan polietilen kabel mahsuloti va kabel armaturasini polietilen asosida ishlab chiqarishni taqoza etadi.

Kabel mahsuloti - o‘zidan elektr energiya, axborot va elektr signali uzatishga mo‘ljallangan yoki juda egiluvchan elektr uskunasi cho‘lgamini tayyorlash uchun xizmat qiladigan elektr mahsuloti.

Kabel - bir yoki birnecha tekis yoki buralib yotqizilib, simlari aloxida izolyasiyalangan va umumiy qobiqqa joylashtirilgan qurilma.

Elektr simi - bir yoki birnecha o‘ralgan ochiq yoki izolyasiyalangan sim yoki ishlatish sharti bo‘yicha engil nometal qobiq qoplama va tolali material yoki simdan iborat bo‘lgan to‘qimali kabel mahsuloti.

Elektr chilvir(shnuri) - siljuvchan qurilmalargai ulash uchun xizmat qiladigan, juda egiluvchan tolali, simlari izolyasiyalangan mahsulot.

Barcha turdagi kabel, sim, chilvirlarning asosiy qismlari tok o‘tkazuvchi sim, izolyasiya, ekran, qobiq va tashqi qoplamalardan iborat. Ochiq sim izolyasiyaga ega emas.

Quvvatli kabel - sanoat chastotali elektr energiyasini uzatishga mo‘ljallangan kabel.

Shimdiruvchi tarkibli kabel - moy kanifolli yoki unga o‘xshash izolyasiya tarkibida shimdirilgan qog‘oz izolyasiyali kabel.

Belbog‘ izolyatsiyali kabel - ko‘p simli kabel izolyasiyalangan faza simlari ustki qismiga yotqiziladigan umumiy izolyasiya.

Simlari aloxida ekranlangan kabel - har bir izolyasiyalangan faza simlari aloxida ekranga ega bo‘lgan kabel.

Umumiy ekranli kabel - izolyasiyalangan simlari ustidan yotqizilgan umumiy ekranga ega ko‘p simli kabel.

Qo‘rg‘oshin qobiqli kabel - himoya qobig‘i qo‘rg‘oshin yoki uning qotishmasidan tashkil topgan kabel.

Past bosimli kabel - tok o'tkazuvchi sim o'rta qismi (yoki izolyasiya ustida)da moy o'tqazuv naychalariga ega, erda yotkaziladigan kabel.

Quvurdagi kabel - dastlab yotkazilgan po'lat quvurga bir necha izolyasiyalangan sim kiritilib, yuqori bosimda ushlab turiladigan qurilma.

Plastmassa izolyatsiyali kabel - simga eritilib quyiladigan yaxlit izolyasiyali kabel.

Radio to'liqinli (chastotali kabel) - elektromagnit energiyani radio to'liqinida uzatadigan kabel.

Aloqa kabeli(simi, chilviri) - ahborot signalini turli chastotali tokda uzatadigan kabel.

Uzoq aloqa kabeli - shaxarlararo aloqa tarmog'i uzatkichining aloqa kabeli.

Shaxar telefon kabeli - shahar telefon tarmog'ining abonent va biriktiruv uzatgich yo'llariga mo'ljallangan, mahalliy aloqa kabeli.

Past chastotali kabel - tonalli chastota spektrida axborot uzatadigan aloqa kabeli.

Yuqori chastotali kabel - tonalli chastota spektridan yuqori chastotada axborot uzatadigan aloqa kabeli.

Telefon simi (chilviri) - telefon apparatini mikrotelefon eshitgichi va devordagi tiqma bilan biriktiriladigan aloqa simi (chilviri).

Boshqaruv kabeli - uzokdan turib zanjirni boshqaradigan rele ximoyasi va avtomatika kabeli.

Nazorat kabeli - elektr va fizik ko'rsatkichlarni masofadan o'lchaydigan va zanjirni nazorat qiladigan kabel.

Habarlov va puxta ulov kabel - Habarlov va puxta ulov zanjirlarining kabeli.

Geofizik kabel - geologiya va kon qidiruv ishlarida uzluksiz masofadan o'lchov zanjirida nazorat qilib, boshqarib va axborot berib turadigan, yuk ko'taruvchi kabel.

Gidroakustik kabel - gidroakustik apparatiga elektr energiyasini, hamda axborot nazorat va boshqaruv signallarini uzatishga mo'ljallangan, aralash kabel.

Qo'sh simli termik kabel - turli ob'ektlarni qizishiga mo'ljallangan yuqori elektr qarshiligiga ega bo'lgan o'tkazgichli kabel (sim).

Cho'lg'am simi - elektrotexnika qurilmalari cho'lg'amini tayyorlash uchun qo'llaniladigan sim.

Sirlangan sim - sirli izolyasiyaga ega cho'lg'am simi.

O'rnatiladigan sim - past kuchlanishli elektr taqsimlash tarmog'ining simi.

Cho'g'lantiruv simi - tayyora, avtomobil, kema va boshqa montyorlarini yondiruvchi qismining simi.

Qarshilik simi - yuqori solishtirma elektr qarshiligiga ega, bir necha metal qotishmalaridan tashkil topgan sim.

Tasma sim - bir qatlamli yassi sim.

Izolyatsiyalanmagan sim - bir yoki bir necha o'ralgan sim tolalaridan iborat ochiq sim.

Kontakt simi - elektrlashtirilgan transportning kontaktli tarmokdarida osiladigan ochiq sim.

G'ovak sim - yumaloq yoki mahsus shaklli, tayanadigan qisimli, spiral joylashtirilgan tolali yaxlit yoki burama quvursimon shaklga ega sim.

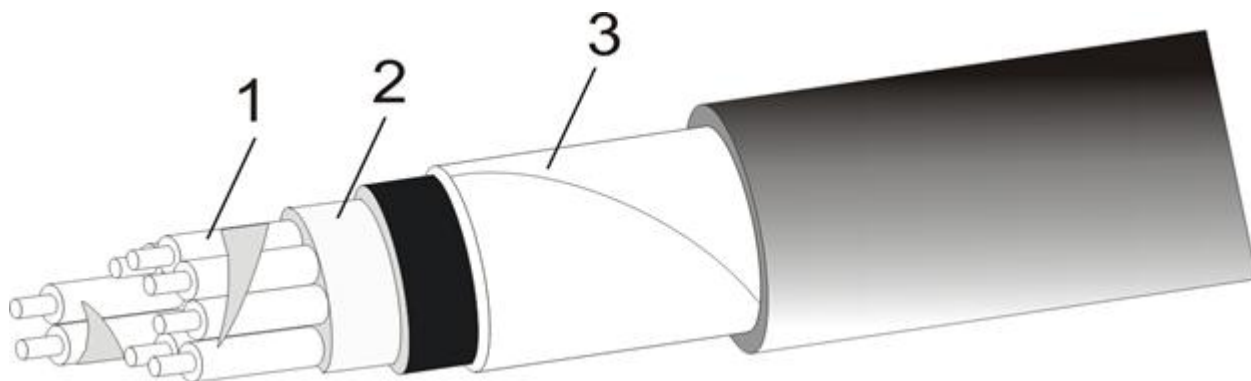
Po‘lat - alyuminiyli sim - qo‘sh metal: po‘lat - alyuminiy simlari yoki po‘lat o‘zakli, yuzasiga alyuminiy yoki uning tarkibi yotqiziladigan ochiq sim.

Kabel mahsulotining turi - kabel mahsuloti, simlarining tuzilishi asosiy xususiyat va vazifalarini qisman yoki to‘liq kabel mahsuloti belgisida ifodalaydigan tushuncha.

Kabel mahsuloti belgisi - kabel mahsuloti vazifasi va asosiy tuzilish belgilari: uning turi, qobiq materiali, himoya qoplam turi va x. Ifodalaydigan kabel mahsulotining shartli harf - raqam belgilari.

2.1. Kuchli kabel klassifikatsiyasi.

Kabel – deb, bir nechta izolyasiyalangan o‘tkazgichlarning bir xil tizimga keltirib, ma’lum bir metall yoki plastmassali qobig‘ bilan o‘ralgan va tashqi qobig‘i zirxli qatlamdan iborat bo‘lgan elektrotexnik anjomga aytiladi (1–rasm).



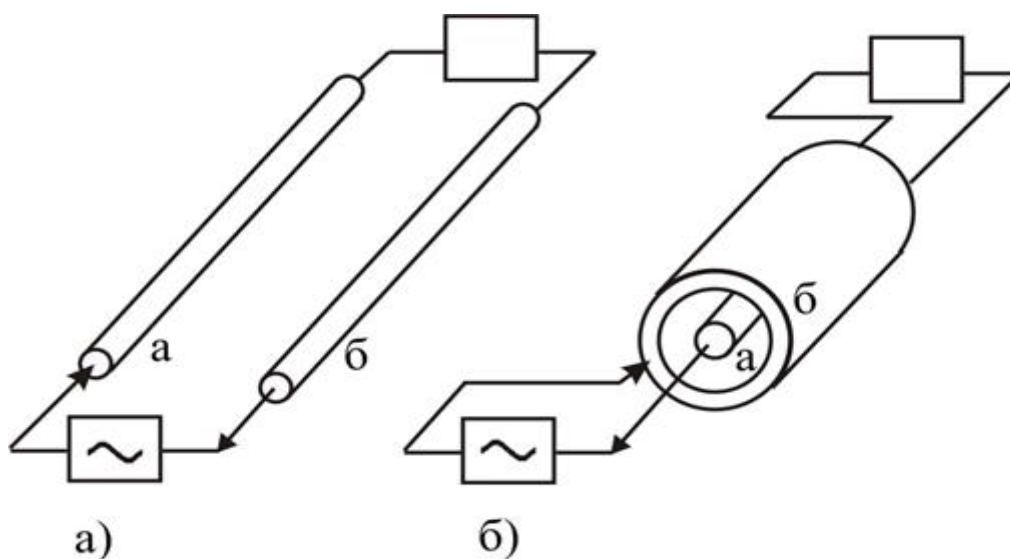
1– rasm. Kabelning tashqi ko‘rinishi: 1–o‘zak; 2–tashqi qobig‘; 3–zirxli qatlam.

Hozirgi zamon kabellari bir necha turlarga: ishlatilish joyi, yotqizish sharoiti, uzatilayotgan chastotalar spektrlari, tuzilishi, izolyasiyaning materiali va turi, o‘ramalar sistemasi hamda muxofaza etish qobig‘lari bo‘yicha bir necha turlarga bo‘linadi. Ishlatilish joyiga qarab

aloqa kabellari shaharlararo, mintaqalararo, qishloq, shahar, suvosti tarmoqlari hamda bog‘lovchi liniyalar uchun qo‘llash uchun bir necha turlarga bo‘linadi. Bundan tashqari radiokabellar antennalardan fider uchun va radiotexnik uskunalarning montajlari uchun ishlatiladi. Yotqizish va xizmat qilish joyiga qarab aloqa kabellari erosti, suvosti, osma va telefon kanalizatsiyalarda yotqizish uchun foydalaniladi.

Aloqa kabellari bo‘yicha axborotlarni uzatish chastota spektrlariga qarab past chastotali (tonal) va yuqori chastotali (12 kGs va undan yuqori) bo‘lib, tuzilishi va kabellardagi zanjirlar uchun ishlatiladigan o‘tkazgichlarning joylanishiga qarab simmetrik, koaksial va optik kabellar bo‘lishi mumkin.

Simmetrik zanjir elektr xususiyati va tuzilishiga qarab, ikkita bir xil izolyasiyalangan o‘tkazgichlardan tashkil topadi (2,a–rasm). Koaksial zanjir ikkita silindr shaklidan iborat bo‘lgan o‘tkazgichlardan iborat, unda bitta o‘tkazgich to‘liq silindr bo‘lib, ikkinchisi esa silindrning ustida konsentrik joylashgan o‘tkazgichdir (2,b –rasm).



2–rasm. Kabel zanjirlari: a) simmetrik zanjir: a,b-ikkita bir xil izolyasiyalangan o‘tkazgichlar; b) koaksial zanjir: a,b-ikkita silindr shaklidan iborat bo‘lgan o‘tkazgichlar.

Bundan tashqari aloqa kabellari quyidagilar bo'yicha bo'linadi: kabelning ichiga kirgan elementlarga qarab – bir tarkibli va har xil tarkibli, izolyasiyaning materiali va tuzilishiga qarab: xavo–qog'ozli, kordel–qog'ozli, kordel–stirofleksli (polistirolli), to'liq polietilenli, polietilen shaybali, ftoroplastli va boshqa turdagi izolyasiyalar;

Izolyatsiyalangan o'tkazgichlarning o'ram guruxlariga qarab – juftlik va to'rtlik (yulduzsimon) bo'lib, o'zaklari – qatlamli va bog'lamli.

Nihoyat aloqa kabellari tashqi qobig'lariga qarab metalli (qo'rg'oshin, alyuminiy, po'lat), plastmassali (polietilen, polivinilxlorid), metalloplastmassali (alpet, stalpet), odatda tashqi qobig'larning zirxi bo'yicha (tasmasimon yoki simli zirxlar, djutli yoki plastmassali qobig') bo'linadi.

2.2.Kabellarning belgilanishi.

Kabellarning ishlatilishiga qarab ularga ma'lum bir belgilanish qo'yilib ular sinflarga bo'linadi. Bu bo'linish kabellarning rusmi (markasi) bo'ladi. Magistral va shaharlararo aloqa kabellari M harfi (mejdugorodnyy) bilan, koaksial magistral aloqa kabellari KM harfi (Koaksialnyy mejdugorodniy) bilan belgilanadi. SHahar telefon kabellariga T harfi (telefonno'y) qo'yilgan. Stirofleks (polistirolli) izolyasiyali bo'lsa, unda S harfi, polietilen izolyasiyaga P harfi kiritilgan, alyuminiyli qobig'dan iborat bo'lgan kabellarga A harfi va to'lqinsimon po'lat qobig'li bo'lsa, u holda qo'shimcha S harfi (gofrirovannaya stalnaya) bilan belgilanadi.

Muxofaza etish qobig'lariga qarab kabellar quyidagi harflar bilan belgilanadi. G–(golyy) yalang'och qo'rg'oshinlangan, B–(bronirovanniy) tasmasimon zirx va K–(kruglopravolochnaya) dumaloq simli zirx,

plastmassadan iborat bo'lgan qobig' P- harfi (polietilen) yoki V- (polivinxlorid) harfi bilan belgilanadi.

Shunga qarab shaharlararo simmetrik, kordel-qog'ozli izolyasiya va qo'rg'oshin qobig'li aloqa kabellari MKG – (mejdugorodnyy kabel golo'y), MKB – (mejdugorodnyy kabel bronirovanno'y) ikki qavat po'lat tasmali zirx, MKK – (mejdugorodnyy kabel s kruglo provolochnoy broney), dumaloq simli zirx kordel-stirofleks izolyasiyali kabellar – MKSG, MKSB, MKSK, polietilen izolyasiyali kabellar MKPG, MKPB, MKPK turlariga bo'linadi. Simmetrik stirofleks izolyasiyali hamda alyuminiydan iborat bo'lgan kabellar MKSASHp, MKSABpSHp, MKSAKpSHp turlariga, hamda simmetrik stirofleks izolyasiyali to'lqinsimon po'lat qobiqlardan iborat bo'lgan kabellar MKSSSHp turlariga bo'linadi. Koaksial aloqa kabellari qo'rg'oshinli qobig'ga o'ralgan turlari KMG, KMB, KMK, alyuminiyli qobig'ga o'ralgan turlari KMA, KMAB, KMAK bo'ladi. Kombinatsiya qilingan (bir necha turlardan iborat) koaksial kabellarning belgilanishlari, kasr ko'rinishida bo'lib sur'atidagi son o'rta o'lchamli koaksial juftliklarni, ya'ni 2,6/9,5 mm, maxrajdagi sonlar esa kichik koaksial juftliklarni 1,2/4,6 mm ko'rsatadi, misol uchun KMB–8/6, KMB–6/4 va h.z. kichik o'lchamli koaksial kabellar esa qo'rg'oshinli qobig'da hamda polietilen ichakka o'ralgan kichik o'lchamli koaksial – MKTASHp, MKTS kabeldir.

Poriy-polietilen izolyasiyali bir juftlik koaksial aloqa kabellari asosan mintaqalararo tarmoqlarda qo'llanilib, koaksial juftlikning tashqi o'tkazgichi alyuminiydan iborat, ularning turlari VKPAP, VKPAPt, bu erda, «t» harfi kabelning tashqi kobig'iga tros joylashtirilganligini bildiradi.

Shahar telefon tarmoqlarida ishlatiladigan juftlik o‘ramlardan iborat bo‘lgan aloqa kabellarining turlari: TG, TB, TK bo‘lib rusmlari: TPP, TPPB (tashqi kobig‘i polietilen), TPV, TPVB (tashqi kobig‘i polivinilxlorid). O‘tkazgichlarning belbog‘li izolyasiyasi orasiga germetik gidrofob to‘ldirgich bilan to‘ldirilgan kabellarning belgilanishi TPPZ.

To‘rtlik (yulduz) o‘ramidan iborat bo‘lib hamda aloqa tugunlarini bog‘lovchi aloqa liniyalari uchun TZG, TZB (kordel–qog‘ozli), TZPP, TZPPB (poriy polietilen izolyasiyali) turidagi kabellar ishlatiladi. Bundan tashqari, xuddi shu turdagi tashqi muxitdan saqlovchi alyuminiy qobig‘li hamda uning ustidan polietilen ichak o‘ralgan kabellarning turlari TZASHp va TZABpSHp. Mintaqalararo aloqa tarmoqlarida bitta to‘rtlik o‘ramdan iborat bo‘lgan ZKP (polietilen izolyasiyali) va ZKPAp (alyuminiy qobig‘li va uning ustidan polietilen ichak (shlang) o‘ralgan) turidagi kabellar qo‘llaniladi.

Qishloq telefon tarmoqlari uchun polietilen izolyasiya va polietilen qobig‘li KSPP, KSPPB, KSPPK turidagi bir yoki ikki to‘rtlik kabellar ishlatiladi. Bu kabellarning o‘tkazgichlari misdan iborat bo‘lib, ularning diametri 0,9 mm yoki 1,2 mm. Bundan tashqari qishloq telefon tarmoqlarining abonent aloqa liniyalarida PRVPM (mis simli polivinilxlorid izolyasiyali polietilen qobiqli radioto‘lqinli o‘tkazgich) yoki PRVPA (alyumin simli polietilen izolyasiyali polietilen qobiqli radioto‘lqinli o‘tkazgich) turidagi bir juftlik kabellar ishlatiladi. Qishloq radioeshittirish tarmoqlarida magistral fiderlar uchun MRM–1x2 (mis simli radioto‘lqinli magistral kabel) va abonent liniyalari uchun PRPPM–1x2 turidagi kabellar qo‘llaniladi.

So‘nggi paytda mis o‘tkazgichlar o‘rniga ingichka kvarts shishadan iborat bo‘lgan nur o‘tkazgichlardan tashkil topgan optik kabellar telekommunikatsiya tarmoqlarida keng o‘rin olgan.

Kuchli kabellar elektr energiyasini atrof-muhit turli sharoitlarida – yer, suv, ochiq havodagi konstruksiyalar bo‘ylab, hamda zovur, yerto‘la va bino ichi uzra uzatish va taqsimlashga mo‘ljallangan. Qog‘oz va plastmassa izolyasiyali kabellarning qo‘llanilish sohasi "elektr kabellarni tanlash va qo‘llashning yagona texnik ko‘rsatmasi" bo‘yicha aniqlanadi. Ushbu ko‘rsatma barcha loyiha, montaj va ekspluatatsiya tashkilotlariga majburiy bo‘lib, unga asosan kabel turlari, ularga ta’sir etuvchi agressiv va yong‘inga xavfli atrof-muhit, mexanik kuchlanish kabi turlicha yotkazish holatida, ekspluatatsiya mobaynida vujudga keladigan ta’sirlarni aniqlaydi.

Elektr kabellarining qo‘llanilish sohalarini aniqlashda qo‘rg‘oshin qobiqli kabellar o‘rniga alyuminiy va plastmassa qobiqli kabellarni keng miqyosda qo‘llash nazarda tutilgan. Kabellar qo‘llanilishida quyidagilarga amal qilinadi. Jadvallarda keltirilgan kabel turlari barcha kategoriyali iste’molchilarda elektr ta’minotiga bo‘lgan talab bo‘yicha qo‘llanishi mumkin.

Kuchli kabel turlari asosiga alyuminiy simli kabellar qabul qilingan. Ushbu turli kabellardan tashqari mis simli o‘xshash kuchli kabellar, tik va qiya erlarda etkaziladigan moysizlangan izolyasiyali yoki shimdirilgan moyi oqmaydigan tarkibli, uch fazali, har bir fazasi alohida metall qobig‘iga ega, hamda, bir yoki ko‘p simli kabellar qo‘llanishi mumkin.

Kabel qizishi bo‘yicha, iqtisodiy tok zichligi, qisqa tutashuv sharti (termik va elektrodinamik bardoshlilik) va kuchlanish isrofi bo‘yicha tanlash GOST, EUKT talablariga mos ravishda bajarilishi shart.

Qo'rg'oshin qobiqli kuchli kabellar, loyixa smeta xujjatida qo'llanilishi bo'yicha mahsus texnik asoslanishni talab etadi. Qo'rg'oshin qobiqli kabel suv ostida, shaxtada, gaz va changga xavfli, kuchli karrozion muhitlarda yotkazilishi mumkin. Kabelning asosiy qismlari tok o'tkazuvchi sim, izolyasiya, ekran, qobiq va tashqi himoya qoplamasidan tashkil topgan. Konstruksiyaga bog'liq xolda kabel ekрани va himoya qoplamasi bo'lmasligi mumkin.

Qo'llanilishi sohalariga qarab kabel mahsulotlarini 3 guruhga: quvvatli elektr zanjirlari uchun kabel, sim, chilvir; aloqa kabeli, simi va chilviri; elektr mashina va asboblari cho'lg'amlari tayyorlash uchun o'ram simlariga ajratiladi.

Kabel texnikasida kabel mahsulotlarini belgilanishida sim, izolyasiya, qobiq, turli himoya qoplamalari materiallarini, ularning belgilanishi, mahsulot asosiy ko'rsatkichlarini hisobga oladi. Belgilanishi harf va raqamlarda ifodalanadi.

Kabel va sim asosiy qismlari tok uzatuvchi sim, izolyasiya, qobiq va himoya qoplamasidir.

Barcha kabel mahsulotlarida tok o'tkazuvchi qism asosiy qism hisoblanadi, va u yuqori elektr o'tkazuvchan material (alyuminiy, mis, kumush, ularning qotishmalari) dan tayyorlanadi.

Izolyasiya yaxshi dielektrik-plastmassa (polietilen, polivinilxlorid plastik, etilenpropilen, ftoroplast va h.) rezina tolasimon materiallar (paxta, qog'oz va shoyi to'qimasi, sintetik tola, shisha tola va h.) shimdirilmagan va shimdirilgan qog'oz asosida tayyorlanadi.

Qobiq izolyasiyani tashqi muhit (nam, chang va h.) va mexanik shikastlanishdan sakdaydi. Agar izolyasiya oson namlanadigan material (

qog‘oz)dan tayyorlansa, qobiq metall (alyuminiy, qo‘rg‘oshin, po‘lat)dan yasaladi. Kabel izolyasiyasi plastmassa yoki rezina asosida bo‘lsa qobiq polivinilxlorid plastikati, rezina yoki polietilen asosida tayyorlanadi. Ba’zi kabellarda qobiq tashqi elektromagnit ta’siridan kabelni muhofazalaydi. Himoya qoplama kabelni tashqi mexanik ta’sirdan ba’zida korroziyadan saqlaydi.

Kabel yostiqchasi qobiqni po‘lat sim yoki tasma bilan shikastlanishidan va korroziya(emirilish)dan sakdash uchun qo‘llaniladi. Zirx kabellarni mexanik shikastlanishdan sakdaydi.

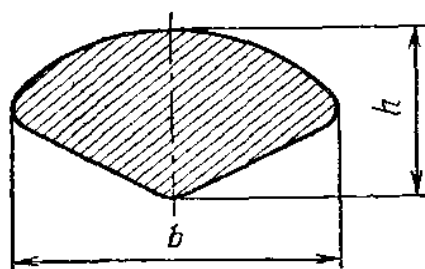
Kabel simlari. Qog‘oz va plastmassa izolyasiyali, kuchlanishi 1-35 kVli bo‘lgan kuchli kabellarning tok o‘tkazuvchan simi mis va alyuminiydan iborat bo‘lib, ularning ko‘pchiligida alyuminiyli sim qo‘llaniladi.

Kabel bir va ko‘p simli bo‘lib, ular kesim yuzasi bo‘yicha meyorlangan. Tok o‘tkazuvchan simning shakli yumaloq yoki boshqa shakllarda (sektor, segment va haqozo) tayyorlaniladi. Ushbu simlar yaxlit bir simli yoki ko‘p tolali simlardan tashkil topgan bo‘ladi. Uch va to‘rt simli kabellar xil kesim yuzali yoki simlardan biri kichik kesim yuzali bo‘lishi mumkin (1,2- jadvallar).

Mis va alyuminiy simlari tolalarining minimal soni quyidagicha 1-jadvalda keltirilgan.

Sim nomi kesim yuzasi, mm ²	Yumaloq yoki fasonli sim		Yumaloq sim				Fasonli sim	
	misli	Alyuminiyli	Zichlanmagan		Zichlangan		misli	alyuminiyli
			misli	alyuminiyli	misli	alyuminiyli		
10	1	1	7	7	6	-	-	-
16	1	1	7	7	6	6	-	-
25	1	1	7	7	6	6	6	6
35	1	1	7	7	6	6	6	6
50	1	1	19	19	6	6	6	6
70	1	1	19	19	12	12	12	12
95	1	1	19	19	15	15	15	15
120	1	1	37	37	18	15	18	15
150	1	1	37	37	18	15	18	15
185	35	1	37	37	30	30	30	30
240	35	1	61	61	34	30	34	30

Ko'pgina xolatlarida kuchlanishi 1-10kV qog'oz va plastmassa izolyasiyalikabellar bir yoki ko'p tolali sektor shaklli alyuminiy simli qilib tayyorlanadi. Tok o'tkazuvchi sim nominal kesim yuzasi GOST 24183-80ga asosan 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800; 1000 mm² olinib, ko'p fazali simning kesim yuzasi 300mm² gacha olinadi. Sektor shaklli alyuminiy simining kesim yuzasi (3-rasm).



3-rasm. Kuchlanishi 1-10kV bo'lgan kabel simining kesim yuzasi: h- sektor balandligi (bo'yi), b- sektor eni.

Kabel va sim konstruksiyasi	Quyidagi kesim yuzali simlarda h/v nisbati, mm.							
	35	50	70	95	120	150	185	240
Bir tolali uch simli 1-10kV	<u>5,5</u> 9,2	<u>6,4</u> 10,5	<u>7,6</u> 12,5	<u>9</u> 15	<u>10,1</u> 16,6	<u>11,3</u> 18,4	<u>12,5</u> 20,7	<u>14,4</u> 23,8
Ko'p tolali uch simli 1-10kV	<u>6</u> 10	<u>7</u> 12	<u>9</u> 14	<u>10</u> 16	<u>11</u> 18	<u>12</u> 20	<u>13,2</u> 22	<u>15,2</u> 25
Bir tolali to'rt simli 1kV	- -	<u>7</u> 10	<u>8,2</u> 12	<u>9,6</u> 14,1	<u>10,8</u> 16	<u>12</u> 18	<u>13,2</u> 18	- -

Mis va alyuminiyli kuchli kabellarning tok o'tkazuvchi simlari GOST 22483-77ga asosan 1 va 2 klassli qilib tayyorlanadi. Kabel konstruksiyasi va uning qo'llanilishiga qarab simlar bir va ko'p tolali yumaloq va sektor shaklli bo'ladi. Barcha kesimdagi tok o'tkazuvchi yumaloq shaklli sim – diametri bilan, sektorlilisi – sektor burchagi bilan, segmentliligi segment balandligi bilan xarakterlanadi. Uch simli kabellarda sektor burchagi 120°, to'rt simliligi sim kesimida burchak 90°ni tashkil etadi.

Ko'p tolali yumaloq va sektor shaklli alyuminiyli tok o'tkazuvchan sim yumshoq AM navli simdan tayyorlanadi. Bir tolali yaxlit alyuminiy simining kesim yuzasi 70mm² gacha A5E, A7E navli yug'on alyuminiy simidan cho'zib tayyorlanadi. Kesim yuzasi 120-240 mm gacha bo'lgan yaxlit simlar A6 – A7 navli alyuminiydan gidravlik pressda bosim usuli orqali tayyorlaniladi. Bunday simning nisbiy cho'zilishi 30% dan kam bo'lmasligi kerak. Alyuminiyning oquvchanlik chegarasi yaxlit simlar uchun 36-42 MPa bo'lishi kerak. Yumaloq kesim yuzaga ega bo'lgan miss

sim 50 mm² gacha yaxlit bir simli va undan yuqori kesim yuzalarda ko‘p tolali qilib MM navli misdan tayyorlanadi. Ko‘p tolali sim asosan ikkinchi klassli qilib tayyorlanadi. Vulkanlangan polietilen izolyasiyalik kabellar uchun tok o‘tkazuvchi sim yumaloq shaklda bir tolali yoki ko‘p tolali zichlangan qilib tayyorlaniladi. Tok o‘tkazuvchi simni zichlash faqat to‘ldirish koeffitsientini oshirishgagina emas, balki vulkanlanish mobaynida simning ichki qismiga erigan polietilenni kirishiga yo‘l qo‘ymaslikka karatilgan. Polietilen izolyasiyasining vulkanlanish jarayoni 180-200°C temperatura va 1,0-1,6 MPa bosimda bajarilsa, polietilen tashqi sim ichiga kirishi mumkin, bu esa izolyasiyani deformatsiyasiga olib keladi. Shuning uchun asosiy texnik yechimlardan biri sim ichiga polietilen kirib borishiga yo‘l qo‘ymaslik maqsadida simning tashqi o‘ramini yaxshilab zichlanadi. Yuqori kuchlanishli moy to‘latilgan kabellar tok o‘tkazuvchi simlari quyidagi kesim yuzada: 120, 150, 185, 240, 300, 400, 500, 625, 800, 1000, 1250, 1800mm² tayyorlanadi. Tok o‘tkazuvchi sim kesim yuzasi 800mm² gacha bir yoki bir-necha o‘ramli shakllangan simlar to‘plamidan tashqil topadi. Sim tashqi o‘rami **Z** – simon simlardan tashki topib, markazida moy o‘tkazuvchi kanal (d=12-14mm) hosil qilinadi. Sim kesimi 150-185mm² gacha bir o‘ramli, 240-400mm² da ikki o‘ramli, 500-625mm² da uch o‘ramli qilib tayyorlanadi. Moy eskirishini oldini olish maqsadida mis simlarining yuzasi qalaylanadi.

Tok o‘tkazuvchi simning muhim meyorlangan parametriga, simning o‘zgaras tokdagi elektr qarshiligi kiradi. Simning elektr qarshiligi, uning geometrik o‘lchami va solishtirma elektr qarshiligi orqali aniqlanadi:

$$R_t = \frac{\rho_t \cdot l}{S} [1 + \alpha (t - 20)] \quad \text{Om} \quad (1)$$

Bunda ρ_t – metall solishtirma elektr qarshiligi, Om·m;

R_t – tok o‘tkazuvchi simning ma’lum temperaturadagi qarshiligi;

l – simning uzunligi, m; S – simning ko‘ndalang kesim yuzasi mm^2 ;

α – sim materialini qarshiligi temperatura koeffitsienti.

3. KABELLARNI ELEKTR IZOLYASIYASI.

3.1. Kabel izolyasiya qoplash, to‘ldirgich, ekran.

Kabel turiga bog‘liq xolda kuchli kabel izolyasiyasi kabel qog‘ozi, rezina, polietilen va polivinilxlorid plastikati asosida tayyorlanadi.

Kabel o‘tkazgichlarining izolyasiyasi elektr tavsilotlari bo‘yicha katta va o‘zgarmas, egiluvchan, mexanik tomonidan qattiq hamda ishlab chiqarish texnologiyasi bo‘yicha oson bo‘lishi kerak. Elektr xususiyatlari bo‘yicha izolyasiyalar quyidagi parametrlar bo‘yicha tavsiflanadi:

1. Elektr mustahkamlik – U , izolyasiyaning teshilishi;
2. Solishtirma elektr qarshilik – ρ , dielektrlarga tokning oqib ketishi;
3. Dielektrik o‘tkazuvchanlik – ε , elektr maydoni ta’sirida zaryadlarning dielektrikda siljishi (polyarizatsiyasi);
4. Dielektrik yo‘qotuvchanlikning tangens burchagi – $\text{tg}\delta$ (dielektrik yo‘qotuvchanlik), yuqori chastotali energiyaning dielektrikdagi yo‘qotuvchanligi tushuniladi. Ko‘rsatilgan tavsilotlar bo‘yicha eng yaxshi dielektrik havo hisoblanadi, unda $\varepsilon \rightarrow 1$; $\rho \rightarrow \infty$ va $\text{tg}\delta \rightarrow 0$

bo‘ladi, ammo havo bilan izolyasiyani hosil qilish mumkin emas, shuning uchun kabelning izolyasiyasi kombinatsiyalangan bo‘lib, u qattiq dielektrik va havo bilan hosil qilinadi. Bu talablarni qondirish uchun qattiq dielektrik miqdori kamroq bo‘lib, kabelning mustahkamligi va chidamligi yuqori bo‘lishi kerak. Kabel o‘tkazgichlarini bir–biridan ajratish uchun ular

izolyasiyalanadi, bu holda guruxda joylashgan o'tkazgichlarning joyi siljimasligi kerak. Aloqa kabellarida dielektrik vazifasini asosan polyarizatsion plastmassalar turkumiga kiruvchilar tashkil etadi bular: polistirol (stirofleks), polietilen, ftoroplast, polivinilxlorid va h.k.z. Yuqori chastotalarda elektr xususiyatlarning yuqoriligi, har xil ta'sir etuvchi moddalarga chidamliligi, hamda ishlab chiqarishda qiyin bo'lmagan texnologiya jarayonlaridan iborat bo'lgan plastmassalar aloqa kabellarida izolyasiya va tashqi muxitlardan saqlovchi qobig' vazifasini bajarish uchun keng o'rin olgan. Qo'llanish jarayonlarida u yoki bu kabelni ishlatishda asosan kabel bo'yicha uzatilayotgan chastota polosasining kengligiga va kabelda ishlatilayotgan dielektrikning xosiyatlariga (ε va $tg\delta$) bog'liq, bu xossalarning asosiysi α_{π} – dielektrik yo'qotuvchanlik hisoblanadi. Kabel dielektriklarida yuqori chastotali energiyalarni yo'qotuvchanligi $tg\delta$ bilan bog'liq, chastota o'sishi bilan u to'g'ri chiziq bo'yicha o'sadi. Misol uchun 1MGs chastotada kordel–qog'ozli izolyasiyada elektr yo'qotuvchanlik 400×10^{-4} bo'lsa, polietilenniki esa 5×10^{-4} bo'ladi. Chastota o'sishi bilan yo'qotuvchanlikning farqi o'zgaradi va yuqori chastotalarda plastmassa uchun o'zgarmas bo'ladi.

Izolyasion materiallarning asosiy fizik, mexanik va elektr xususiyatlari 3- jadvalda ko'rsatilgan

Materiallar	Solishtirma og'irlik ρ / cm^3	Cho'zi lish xususiyati $\kappa_{20} / \text{cm}^2$	1 kGs chastotada $\text{tg} \delta \times 10^{-4}$	Dielektrik singdiruvchan lik
Kabel qog'oz	0,8	800	80	2...25
Polistirol	1,05	300...50	2	2,5...2,8
To'liq polietilen	0,92	120...18 0	3	2,28...2,30
Poriyli polietilen	0,48	25...50	4	1,45...1,50
Polivinilxl orid	1,26...1,40	100 220	300...1000	3...6

Qog'oz – asosan past chastotali kabel o'tkazgichlari uchun ishlatiladi, u sulfat sellyulozasidan ishlab chiqariladi. Shaharlararo aloqa tarmoqlarida ishlatiladigan kabellar uchun qog'ozning qalinligi 0,12 va 0,18 mm o'lchamda bo'lib, kabellarning montaji oson bo'lishi uchun qog'oz turli xil ranglarga bo'yaladi: qizil, havorang, ko'krang va h.k.z.

Qog'ozli kordel – ip holida bo'lib, diametri 0,6; 0,86 va 0,85 mm qilib kabel qog'ozining tagidan o'raladi, qog'ozli kordelning uzilishga bo'lgan mustahkamligi 80 mPa yoki (8kgs/mm²).

Polistirol – (stirofleks) suyuq stirol moddasidan ishlab chiqariladi, uning asosiy manbai neft yoki toshko'mir. U ochiluvchan, tiniq va yupqasimon material bo'lib, undan qalinligi 0,045mm va kengligi 10...12mm tasma ishlab chiqariladi. Yuqori chastotali aloqa kabellari uchun diametri 0,8mm bo'lgan kordellar izolyasiya uchun qo'llaniladi.

Izolyasiyalar uchun ishlatiladigan polistirollar bir–biridan rangi bo‘yicha farq qiladi, ularning rangi qizil, havo rang va ko‘k rang. Polistirolning kamchiligi past issiqlik temperaturasiga chidamsizligi, ya’ni 65...80°S da o‘z xususiyatini o‘zgartiradi.

Polietilen–suyuq etilen polimerizatsiya yo‘li bilan olinadi, u oppoq rangda bo‘lib (ba’zi bir paytda oq–sariq rangda bo‘ladi), ushlaganda parafinga o‘xshagan bo‘ladi. Yondirilganda sekin–asta yonadi va havorang alanga bilan tutaydi. Polietilen termoplastik material, uning yumshatish temperaturasi 110°C atrofida, odatdagi temperaturada unga hech qanday kislota va ishqorlar ta’sir qilmaydi. Polietilenni ikki xil yo‘l bilan olish mumkin; yuqori bosim ostida (150...300 MPa yoki 1500...3000 atm) ya’ni +200°C va past bosim ostida (0.3...0.4MPa yoki 3...4atm), ya’ni +80°C temperaturada. Past bosim ostida olingan polietilening solishtirma zichligi katta (0,98 g/sm³ gacha) va kristalsimon shaklida bo‘ladi. Polietilen asosan mayda granul–bo‘laklardan o‘lchamlari 3 mm bo‘lgan holatida ishlab chiqariladi.

Poriyli (Po‘kaksimon) – polietilen tarkibiga gaz hosil qiluvchilar yoki parofor yuborilib, u ma’lum bir temperaturalarda gazsimon shakliga o‘tadi va undan olinadi.

Polivinilxlorid – vinilxlorid polimerizatsiya qilish yo‘li bilan olinadi. Polivinilxloridning yumshoq material shaklida olish uchun uning tarkibiga plastifikator aralashtiriladi. Polivinilxlorid har xil kimyoviy elementlarga ta’sirchandir, ammo u qizdirilganda tezda eriydi va o‘zidan xlorid vodorod ajratib chiqaradi. Uning yaxshi tomoni yonmasligida, shuning uchun u stansiya kabellari izolyasiyasini ishlab chiqarishi uchun keng ravishda qo‘llanilmokda.

Polivinilxloridning kamchiligi issiqlik temperaturasiga chidamsizligidir (80°C gacha). Past temperaturalarda u o‘zining mustahkamligini yo‘qotadi va yuqori temperaturalarda o‘zining elektr xosiyatlarini kamaytiradi. Hozirgi paytda yuqorida ko‘rsatilgan dielektrik materiallar asosida turli xil ko‘rinishdagi izolyasion qatlamlar ishlab chiqarilmokda, aloqa kabellarida asosan quyidagi turdagi izolyasiyalar qo‘llanilmoqda.

Naychasimon (trubchataya) – qog‘oz yoki plastmassa tasmalari bir–biri ustiga naycha ko‘rinishida qilib o‘raladi.(4.a–rasm).

Kordelli – kordel ipini o‘tkazgich ustiga spiral shaklida o‘rab, uning ustiga tasma o‘raladi. (4.b–rasm).

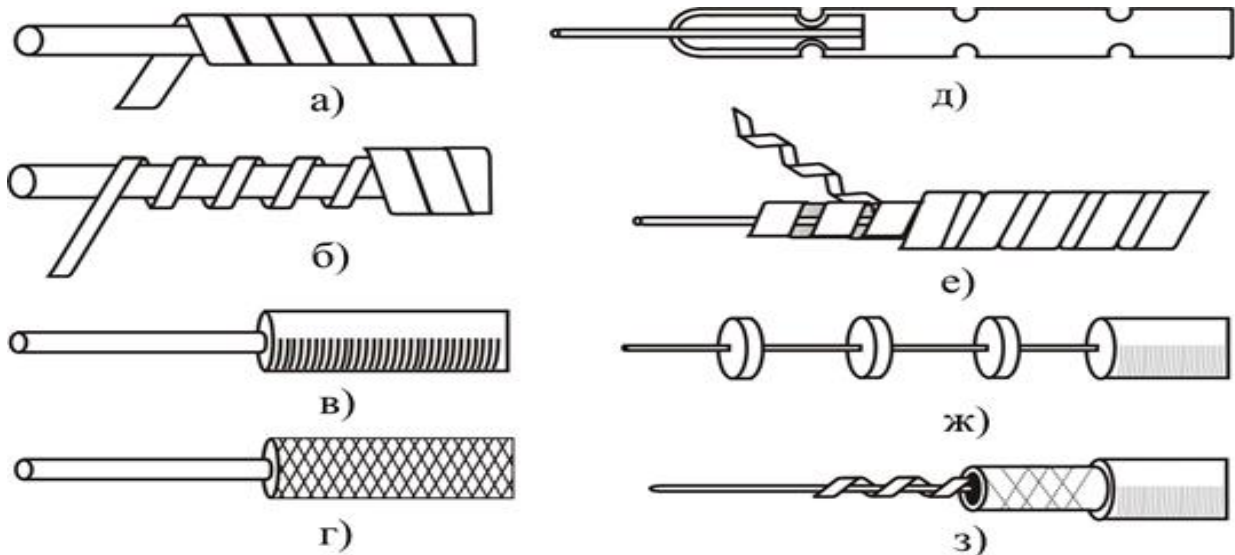
To‘liq – o‘tkazgich ustiga to‘liq qilib plastmassa qatlami qoplanadi (4.v–rasm).

Poriyli – penoplast qoplamlarini qoplash natijasida hosil qilinadi. (4.g–rasm).

Ballonli – yupqa qavat plastmassa naychasidan iborat bo‘lib, ichida bemalol o‘tkazgich joylashadi, naycha ma’lum bir nuqtalarda yoki spiral bo‘yicha siqiladi, bu paytda izolyasiya o‘tkazgichni mustahkam o‘rtada ushlab turadi. (4.d,e–rasm).

Shaybali – qattiq dielektrik ftoroplast shaybalar ichki o‘tkazgich ustida ma’lum bir masofada joylashtiriladi. (4.j–rasm).

Spiral (gelikoidal) – butun o‘tkazgich bo‘ylab, to‘g‘ri burchak yuzali plastmassa spiral qilib buralgan bo‘ladi. (4.z–rasm).



4-rasm. Aloqa kabellari uchun qo'llaniladigan izolyatsiya turlari: a)naychasimon; b)kordelli; v)to'liq; g)poriyli; d,e)ballonli; j)shaybali; z)spiral.

Kabel izolyasiyasida qo'llanadigan kabel qog'ozini oqlanmagan sulfatli sellulozadan tashkil topib, u mineral moy va kanifolli tarkib yoki sintetik moy bilan shimdirilib to'yintiriladi.

Shimdiriladigan tarkibning qovishoqligiga qarab qog'oz izolyasiyalikabel qovishoq shimiluvchi, shimdirilib moysizlantiriladigan va shimdirilganda oqmaydigan shimdiriluvchi tarkibli turlariga bo'linadi. Qovishoq shimiluvchi tarkib MP-3 navli moy-kanifolli shimiluvchi tarkibdan iborat bo'lib, u miqdori $7,5 \pm 2,5\%$ kanifol $3 \pm 2\%$ parafin, qolgani neft moyi (KM-25)dan tashkil topadi. SHimdirib moysizlantiriladigan tarkib ham MP-3 tarkibining aynan o'zi bo'lib, qog'oz izolyasiyasi bunda ortiqcha shimdiriluvchi tarkibdan xolos qilinadi. Ushbu izolyasiyalikabel vertikal va qiya erlarda, sathlari cheklangan holda yotkaziladi.

Oqmaydigan shimiluvchi tarkib MP-2 bilan qog'oz tuyintirib shimdirilganidan so'ng kabelning ishchi temperaturasida bu tarkib

oquvchanlik xususiyatiga ega bo‘lmasligi kerak. MP-2 tarkibi 2-3% kanifol , $18 \pm 1\%$ polietilen, qolgani esa neft moyi va serezindan tashkil topadi.

Tarkibi oqmaydigan kabellar yer sathi cheklanmagan vertikal va qiya yerlarda yotkaziladi. Kabel belgisining birinchi harfi S bilan belgilanadi.

Bir va uch simli kabel qog‘oz izolyasiyasining nominal qalinligi kuchlanish miqdori, sim kesim yuzasi, belbog‘ yoki faza izolyasiyasi hamda shimdiruvchan tarkibga bog‘liq xolda o‘zgaradi. Quyidagi 4-jadvalda kuchli kabel qog‘oz izolyasiyasining qalinligi keltirilgan.

4-jadval

Nominal kuchlanish, kV	Sim kesim yuzasi, mm^2	Nominal qalinlik, mm	
		Faza izolyasiyasi	belbog‘ izolyasiyasi
1	6-95	0,75	0,5
1	120-150	0,85	0,6
1	185-240	0,95	0,6
3	6-240	1,35	0,7
6	10-240	2,0	0,95
6*	16-120	2,75	1,25
6**	25-185	2,35	1,15
10	16-240	2,75	1,25

* - shimdirib moysizlantirilgan izolyasiyali kabel.

** - moyi oqmaydigan izolyasiyali kabel.

Moyi oqmaydigan kabel qog‘oz izolyasiyasining qalinligi 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

Nominal kuchlanish, kV	Sim kesim yuzasi, mm^2	Nominal qalinlik, mm	
		Faza izolyasiyasi	Belbog' izolyasiyasi
6	25-185	2,35	1,15
10	25-185	3,0	1,40
35	120-300	12,00	-

Plastmassa izolyasiyalik kabel uzluksiz qatlamga ega bo'lgan holda polivinilxlorid plastikati (GOST 5960-72) yoki polietilen kompozitsiyasi (GOST 16336-77) asosida tayyorlaniladi.

Quyida 6-jadvalda plastmassa izolyasiyalik kabel faza izolyasiyasining qalinligi keltirilgan.

6-jadval

Kuchlanish kV	Sim kesim yuzasi, mm^2	Izolyasiya nominal qalinligi, mm	
		Polietilen, so'nuvchan polietilen, polivinilxlorid plastik	Vulkanlangan polietilen
0,66	16-50	0,9-1,30	0,7-1,0
1	16-95	1,0-1,5	0,7-1,1
	120-150	1,5-1,6	1,2-1,4
	185-240	1,7-1,9	1,6-1,7
3	16-240	2,2	2
6	16-240	3,4	3
10	16-240	-	4,0

Quyidagi 7-jadvalda kuchli kabel rezina izolyasiyasining qalinligi keltirilgan.

Sim nominal kesim yuzasi, mm^2	Nominal kuchlanishi kV da, nominal qalinligi mm da			
	0,6 o'zgaruvchan, o'zgarmas	O'zgarmas tok		
		3	6	10
1-70	1,0-1,6	1,8-2,4	2,0-2,4	-
95-150	1,8-2,0	2,6-2,8	3,6	-
185-240	2,2-2,4	2,8-3,0	3,6-3,8	-
300-500	-	2,4-3,8	3,8-4,0	5,0

Kuchlanishi 10kV gacha bo'lgan kuchli kabel izolyasiyasida K-80, K-120 (K-170) navli kabel qog'ozi ishlatiladi (GOST 23886-83). Kabel simi yuzasiga yotkaziladigan izolyasiyaga faza izolyasiyasi deyiladi. Izolyasiyalangan sim oralari to'ldirgichda to'latilib, buralgan xolda ustiga yotkaziladigan izolyasiyaga belbog' izolyasiyasi deyiladi.

Past bosimli yuqori kuchlanishli kabel izolyasiyasi turli qalinlik va zichlikka ega, qalinligi 0,08 va 0,12 mm ga teng kabel qog'ozi tasmasidan iborat bo'lib, ushbu qog'oz tasmalar sim ustiga o'ralgandan so'ng MN-3 yoki MN-4 navli mineral moyi bilan shimdiriladi. Sim ustidan katta elektr mustahkamlikka ega, yupqa zich qog'oz izolyasiyasi yotkaziladi. Bundan tashqari, yupqa qog'ozni qo'llash eng kam moy qatlami sodir etadi va shu bilan birga yuqori elektr mustahkamligiga ega izolyasiya vujudga keltiriladi.

Izolyasiya tasmalari 0,5-2,0mm oraliqli qilib yotkazilishi, yondosh fazalarni kabel bukilishi chog'ida siljish mobaynida qirralari ezilishini oldini oladi.

Izolyasiyada yotkaziladigan qog'oz elektr mustahkamligi quyidagi qiymatlarga ega.

Qog‘oz navi	Elektr mustahkamlik, kV	
	o‘zgaruvchan 50Gs	impulsi
KV, KVMU, KVU	327	1230
KVS, KVMS	305	910

Izolyasiya qalinligining hisobi chastotasi 50Gs o‘zgaruvchan tok va impuls kuchlanishlari bo‘yicha olinadi. Bunda izolyasiya qalinligining yuqori qiymati qabul qilinadi. Kuchlanishi 110-220kVli kabel izolyasiya qalinligi 11,0-22,5mm, elektr maydonining maksimal kuchlanganlik qiymati 80kV/sm olinadi. Bunda zichlangan qog‘oz qatlami qalinligi 3,5-2,5mm ni, zichlanmagan qismining qalinligi esa 6,1-8,5mm ni tashqil etadi. Rezina izolyasiya egiluvchan, kislorod va yorug‘lik ta‘sirida tez eskiradigan, ishchi temperaturasining pastligi bunday izolyasiyani keng miqyosda qo‘llanilishini cheklaydi. Izolyasiyada qo‘llaniladigan rezina sintetik yoki tabiiy kauchuk asosida tayyorlanadi. Sim yuzasiga qoplangan xom rezina qizitilganda va vulkanlanishi orkali kerakli sifatga ega bo‘lgan rezina olinadi. Kabel izolyasiyasida RTI-1, RGPK va boshqa turdagi rezinalar qo‘llaniladi.

Plastmassa izolyasiyali kabellar ko‘proq qo‘llanishga ega bo‘lmoqda. Bunga misol tariqasida polivinilxlorid plastikati, polietilen, polietilenning maxsus kompozitsiyalari va boshqa sintetik materiallarni keltirish mumkin. Kabel plastmassa izolyasiyasi va qobig‘i (0,66-6kV) ishlab chiqarilish va sinovidan bo‘lgan umumiy talab GOST 23296-78da keltirilgan.

Kuchlanishi 0,66-6kV kabellarning izolyasiya materiallari sifatida eng ko‘p qo‘llanilayotganlarga polivinilxlorid plastikati, termoplastik va vulkanlangan polietilen, kuchlanishi - 10, 35kV kabellarda vulkanlangan polietilen kiradi.

Kuchli kabel izolyasiyasi va qobig‘ida ishlatiladigan polivinilxlorid plastikati – polivinilxlorid, plastifikator, stabilizator, to‘ldirgich va boshqa tarkiblardan tashqil topadi. Izolyasion plastikat yuqori elektr xarakteristikaga ega. Ushbu xususiyat kabel qobig‘ida qo‘llaniladigan plastikatlarda ancha past bo‘lsa ham, lekin ular yuqori mexanik xarakteristikaga va yuqori yorig‘likka bardoshlilik bilan ajralib turadi. Bunday xossa plastifikator retsepturasiga oshirilgan miqdorda kiritilgan plastifikator, stabilizator va yorug‘likka bardoshlilikni ta‘minlaydigan maxsus elementlar bilan asoslanadi.

Polivinilxlorid plastikati (PVX) kimyoviy aktiv muhit ta‘siriga yuqori darajada bardoshligi bilan ajralib turadi. U yuqori temperaturaga, ko‘pgina kislota, ishqor va organik erituvchilar ta‘siriga chidamlidir.

Kabel izolyasiyasi va qobig‘ida qo‘llaniladigan polivinilxlorid plastikating ko‘pgina turlari azot kislotasi, benzin, kerosin, neft moylari ta‘siriga bardoshlidir. PVX plastikatni tarkibida ftor, vodorod, kislorod, azot, xlor, hamda ishqor va tuzlar ta‘sir etmaydi. Bu esa izolyasiyasi va qobig‘i polivinilxlorid plastikati asosida bo‘lgan kuchli kabellarni agressiv muhitli havo, yer va boshqa sharoitlarda yaxshi ekspluatatsiyasini ta‘min etadi. Shu bilan bir qatorda polivinilxlorid plastikati dixloretan, benzol, ba‘zi organik erituvchi va spirtlarga chidamliligini ta‘minlaydi.

Sanoatda keng miqyosda qo‘llaniladigan polivinilxlorid plastikatli izolyasiya va qobig‘iga ega kuchli kabelning eng asosiy hususiyati olovga

bardoshlilik bo‘lib, sinov paytida alanga olib tashlaganidan so‘ng, kabelning o‘z-o‘zidan so‘nishi hisoblanadi. Bunday xususiyatga ega polivinilxlorid plastikat izolyasiyali va shlangli kabellarda alanga tarqalmaydi.

Demak, asosiy ko‘rsatkich – alanga olib tashlanganda so‘nish vaqtining davomatidir. So‘ngi ma’lumotlarga asosan materiallar yonuvchanligi kislorod indeksi va solishtirma yonish issiqligi ko‘rsatkichlari bilan ifodalanadi.

Quyidagi 9-jadvalda sintetik materiallar yonuvchanlik ko‘rsatkichlarining asosiy xarakteristikalarini keltirilgan.

9-jadval

Material	Yonuvchanlik ko‘rsatkichi	
	Kislorodli indeks %	Solishtirma yonish issiqligi, mm/kg
Polietilen	16-18	46,5
So‘nuvchan polietilen	25-27	46,6
Polivinilxlorid (qatroni)	45	20
Polivinilxlorid plastikat	23-27	22,6
Xloropren kauchukli rezina	22-25	29
Ftoroplast	95	4,5

Kabel izolyasiyasi va qobig‘i uchun GOST 16336-77 bo‘yicha yuqori bosimli polietilen kompozitsiyasi qo‘llaniladi.

O‘zining yuqori elektr izolyasion va mexanik xarakteristikasi bo‘yicha polietilen barcha klass kuchlanishli kabel izolyasiyasida qo‘llanilishi mumkin. Lekin qisqa tutashuv paytida polietilenning nisbatan past

issiqlikka bardoshligi, uning asosidagi kabellarni keng miqiyosda qo'llanilishini cheklaydi. Shu bilan bir qatorda polietilen yuqori darajali radiatsion bardoshlikka egaligi, uni radiatsion nurlanish sharoitida ishlaydigan kabel izolyasiya va qobig'ida qo'llash imkonini beradi. Vulkanlangan polietilen tarkibidagi ko'ndalang molekuloaro bog'lanish tufayli yuqori darajali issiqa bardoshlikka ega. Uni izolyasiyada qo'llash kabel simning ish temperaturasi 90°gacha ko'tarish, yuqori ruhsat etilgan temperaturani 250°C ga oshirish imkonini yaratadi.

Kabel tayyorlanish jarayonida, uning qobig'i asosida, izolyasiya sirtida yoki belbog' izolyasiya ostida mahsus bildiruv tasmasi yoki plastmassa (rezina) qobig'ining har 300mm da ishlab chiqaruvchi korxonasi farqlanuv indeksi va kabel ishlab chiqarilgan yili bosiladi.

Ko'p fazali kabel izolyasiyalangan simlarini farqlanishda ranglar yoki noldan boshlanuvchi raqamlardan foydalaniladi. Raqamli belgilashda izolyasiya yuzasi yoki yuqori tasmaga har 35mm da 1 raqami, ikkinchisiga –2, uchinchisiga –3, to'rtinchisiga –4 raqamlari bosiladi.

Birinchi raqam oq yoki sariq rang, 2 – kuk yoki moviy, 3 – qizil yoki malinasimon, 4 – qora ranglar bilan belgilanadi.

Sim kesimi bir xil plastmassa izolyasiyali kabelning nolli simi havo rang, rezina izolyasiyasi istalgan rangda bo'lishi mumkin.

Erlanadigan sim izolyasiya o'z rangi bilan boshqalaridan farqlanadi. U ikki xil rangli yoki "o" raqam bilan belgilanadi.

To'ldirgich. Qog'oz va plastmassa izolyasiyali kabellarda havo bo'shliqlarini bartaraf etish va kabelga yumaloq shakl berish maqsadida izolyasiyalangan fazalar va belbog' izolyasiyasi oraliqlarida to'ldirgich qo'llaniladi.

Qog‘ozli belbog‘ izolyasiyali ko‘p fazali kabellarning izolyasiyalangan simlari oralig‘ida sulfat qog‘ozli kanop to‘ldirgichi qo‘llaniladi.

Plastmassa izolyasiyali kabel to‘ldirgichlari quyidagilarni tashkil etadi: izolyasiya polietilendan, so‘nuvchan yoki vulkanlangan polietilendan iborat bo‘lganida to‘ldiruvchi polietilendan izolyasiya materiali polivinilxlorid plastikatidan iborat bo‘lsa, to‘latgich xam polivinilxlorid plastikatidan tayyorlanadi; kuchlanishi 3kV gacha kabellarda to‘ldirgich shimdirilmagan kabel tolalari yoki qat-qat shisha tolalaridan tayyorlanadi. Kuchlanishi 1kV gacha bo‘lgan plastmassa izolyasiyali kabellar to‘ldirgichsiz tayyorlashga ruxsat etiladi.

Ekran. Ekranlashtirish kabel texnik sharti bilan aniqlanadi va konstruksiya sinash xususiyati, xamda nominal kuchlanishga bog‘liq bo‘ladi. Kabelda ekran sim izolyasiyasi elektr mustahkamligini qobig‘iga nisbatan oshiradi, havo bo‘shliqlari ta‘sirini kamaytiradi, muftada esa ekran qobiq qirralarida razryad paydo bo‘lish ehtimoliligini kamaytiradi. Umuman olganda elektr o‘tkazuvchan ekran kuchli kabellarda elektr maydonini tekislaydi.

Kuchlanishi 6-10 kV li qog‘oz izolyasiyali kabelda ekran belbog‘ izolyasiya ustida joylashtiriladi. Ekran materiali sifatida navi KBU-20, KPU-20 elektr o‘tkazuvchan kabel qog‘ozi qo‘llaniladi. Bir va ikki qatlamli elektr o‘tkazuvchi qog‘ozida atsetilen bo‘ladi. Uning solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi $10^2-9 \cdot 10^4$ Om·sm teng. Belbog‘ izolyasiyasida metallashtirilgan chala o‘tkagich qog‘ozi va uning ustida alyuminiyli yoki misli zarqog‘ozdan iborat ekran qo‘llashga ruhsat etiladi (10-jadval).

Kabel havo bo'shliqlarini ekranlash.

Kabel	Nominal kuchlanish	Ekran o'tkazish usuli	Ekran materiali	Ekran qalinligi, <i>m</i>
Umumiy qo'rg'oshin qobiqli qog'oz izolyasiyali	6,10	Belbog' izolyasiya ustidan	Chala o'tkazgichli qog'oz	0,12
Alyuminiy qobiqli qog'oz izolyasiyali	-//-	-//-	-//-	0,44
Dastlabkidek simi alohida qo'rg'oshinlangan	6,10	Faza izolyasiya ustidan	Chala o'tkazgichli yoki metallashtirilgan qog'oz	0,12
-//-	20,35	Sim ustidan sim izolyas. sim ustidan	-//-	0,36 0,24
Plastmassa izolyasiyali plastmassa qobiqli	-//-	-//-	Chala o'tkazgichli plastmassa tasma	0,35

Plastmassa qobiqli mis yoki alyuminiy tasmaga ega kabel ekрани 50A dan yuqori tokka mo'ljallangan. Yerga nisbatan katta tutashuv tokli tarmoqqa maxsus kesim yuzasi oshirilgan metal ekрани bo'ylama yoki o'ram xolatlarida yotkaziladi. Bo'ylama yotkazilgan tasma odatda gofrlangan bo'lib, u kabel egilishida tasmani shikastlanishini saqlaydi.

Moy bilan to'yintirilgan past bosimli yuqori quchlanishli kabellarda temperatura o'zgarishida sim va qobiqlarga yondoshgan izolyasiya orqali

moy harakati sodir bo‘ladi. Absorbsion xususiyatga ega chala o‘tkazgichli ekran qog‘ozi moy va izolyasiya elektr xossalarini stabillashtirish imkonini yaratadi. Agarda faqat chala o‘tkazgich qurum qog‘ozli ekran qo‘llansa, u moyda erib kabel izolyasiyasiga singib kiradi va asosiy izolyasiyaning dielektrik isrof burchagi tangensini oshirib yuboradi. Bundan muhofozalanish maqsadida yuqori kuchlanish kabelida maxsus izolyasion ikki qatlamli qog‘ozning bir tomonida chala o‘tkazgich qo‘llaniladi. Ushbu qog‘oz chala o‘tkazgichli tomoni simga yoki kabel qobig‘iga qarab yotkazilganida, izolyasion qatlam qurishini asosiy izolyasiyaga o‘tishiga yo‘l qo‘ymaydi. Moy to‘latilgan kabel simi yuzasidagi ekran quyidagi konstruksiyaga ega: qalinligi 0,08mmli KP-80 navli uchta qog‘oz tasmasi yoki qalinligi 0,12mmli ikki KP-120, qalinligi 0,08mmli KPDU-80 navli bir qog‘oz tasmasi chala o‘tkazgichli tomoni bilan simga yotkaziladi. Ekran umumiy qalinligi 0,35mmga teng.

Izolyasiya ustidagi ekran quyidagi konstruksiyaga ega: qalinligi 0,12mmli KPD-120 qog‘oz tasmasi izolyasion qatlami bilan izolyasiyaga yotkaziladi, ustidan KP-120 qog‘oz tasmasi, yana qalinligi 0,1mmli mis tasmasi 3-5mm oraliq bilan va KP-120 navli qatlamlangan chala o‘tkazgichli qog‘oz tasmasi yotkaziladi. Ekran umumiy qalinligi 0,45mm. Ohirigi mis tasma va qatlamlangan KP-120 tasmasi o‘rniga, metallashtirilgan qalinligi 0,14mm teshikli, navi MPP-140 bo‘lgan qog‘oz metalli yuzasi bilan kabel qobig‘iga qarab yotkaziladi. Chala o‘tkazgichli ekran 0,5-2,0mm oraliqli, qo‘sh qatlamligi esa 2-3mm ustiga qoplangan holda o‘raladi.

3.2. Kabel qobiqlari. Jamlab o'rash, belbog' izolyasiya.

Kabel qobig'i izolyasiyaga nam kirishini oldini olib, izolyasiyani yorug'lik ta'siridan, turli kimyoviy modda ta'siridan himoya qiladi, xamda kabelni mexanik shikastlanishdan saqlaydi.

Qog'oz izolyasiyali kabel qobig'i uchun eng yaxshi material alyuminiy va qo'rg'oshin hisoblanib, ular yaxshi germetik va namsindirmaslik xususiyatiga ega. Kuchli kabellar alyuminiy va qo'rg'oshinli qobiqlari GOST 24641-81ga asosan tayyorlanadi. Qo'rg'oshin qobiq uchun S-2 va S-3 navli qo'rg'oshin yoki qo'rg'oshin surma qotishmasi ishlatiladi. Kabel qo'rg'oshin qobig'idagi kirishma qobig'ida miqdori 1% dan ortmasligi kerak. Kirishma kabel qobig'i mexanik mustahkamligini va kabelni zirilashga chidamliligini oshiradi. Kabel konstruksiyasi va uning diametriga bog'liq holda qo'rg'oshinli qobiq qalinligi 0,9-2,7mm qilib olinadi.

Kabel qo'rg'oshin qobig'ining qalinligi quyidagi 11-jadvalda keltirilgan.

11-jadval

Qobiq ostidagi kabel diammetri, <i>mm</i>	Qobiq nominal qalinligi, <i>mm</i>		
	Himoya qoplami	Himoya qalinligi	Uch fazli, alohida qobiqli kabel uchun
15-20	1,05-1,15	1,34-1,5	1,19-1,33
21-30	1,21-1,36	1,55-1,51	1,4-1,6
31-40	1,42-1,56	1,55-2,11	1,66-1,86
41-50	1,62-1,76	2,18-2,41	1,92-2,12
50-57	1,82-1,92	2,48-2,63	2,18-2,31
>58	1,96	2,71	2,38

Qo'rg'oshinli qobiq mustahkamligi alyuminiylikidan past bo'lib, uzoq vaqt ta'sir etadigan kuchlanish ta'sirida uning mustahkamligi yanada pasayadi.

Zirillash va issiqlik yuklamalari ta'sirida qo'rg'oshinda kristallitlar o'sishi sodir bo'lib, unda gazlar paydo bo'ladi. Qo'rg'oshin siljuvchanligi yuqori bo'lganligi sababli, jarayon vertikal va quyi joydagi moy qog'oz izolyasiyalik kabelning pastki qismida sodir bo'lishi mumkin. Qo'rg'oshin qobiqli kabel elektrkimyoviy va tuproq yemirilishlariga chalinadi. Qo'rg'oshin qobig'ining zirillashga bardoshligini va mexanik mustahkamligini oshirish uchun, uning tarkibiga 0,6% surma kiritiladi. Alyuminiy qobig'i A navli alyuminiy presslash orqali va AD 1 navli alyuminiy payvandlash orqali olinadi. Alyuminiy qobig'ining mexanik mustahkamligi, qo'rg'oshinligiga nisbatan 2-2,5 marta yuqori bo'lib, u zirillashga nisbatan chidamlidir. Alyuminiy qobiqlari tekis va to'liqsimon qilib tayyorlanadi. Alyuminiyning yuqori mexanik mustahkamligi tufayli alyuminiy qobiqli kabellar zirxlanmagan holda ishlab chiqariladi. Alyuminiyning yuqori elektr o'tkazuvchanligi, alyuminiyli qobiqni kabelni tashqi elektr ta'siridan ximoya qilish va ekran sifatida qo'llash imkonini beradi. Alyuminiyli qobiq kuchli kabelning nolli simi sifatida ham qo'llanilishi mumkin. Kabel diametriga bog'liq holda tekis alyuminiy qobig'i presslanganida 0,9-2mm, payvandlangani 0,72-1,2mmni tashkil etadi. To'liqlangan alyuminiy qobig'ining presslangani 1,1-1,7mm, payvandlangani esa 0,65-0,9mmni tashkil etadi.

Alyuminiy qobig'ining qalinligi quyidagicha bo'lib 12-jadvalda keltirilgan.

Kabelni qobiq osti diametri, <i>mm</i>	Qobiq nominal qalinligi, <i>mm</i>	
	Presslangan	Payvandlangan
12-20	1,1-1,2	0,8-1,1
21-30	1,3-1,4	1,1-1,2
31-40	1,45-1,65	-
41-50	1,75-1,9	-
51-60	1,95-2,0	-

Po‘latli to‘lqinlangan qobiq qalinligi 0,3-0,5mmga teng olinib, u silindr shaklida bukiladi. Bunda to‘lqin chuqurligi kabel diametriga bog‘langan xolda 0,7-3,6mmni tashkil etadi. Past bosimli moy to‘latilgan kabellar izolyasiyasini himoya qilish maqsadida qo‘rg‘oshinli yoki alyuminiyli qobiqlar qo‘llaniladi. Kabel kesim yuzasiga bog‘liq holda qo‘rg‘oshin qobiq qalinligi 3-3,6mmni tashkil etib, alyuminiyli qobiq qalinligi esa 1,9-2,2 mmni tashkil etadi. Shuni takidlash zarurki oshirilgan mexanik mustaxkamli alyuminiy qobig‘i qo‘rg‘oshinliga nisbatan kam egilishga bo‘lgan chidamlilikni oshirish uchun qobiq gofrlanadi.

Polivinilxlorid va polietilenli qobiqlar izolyasiyali tarkibdan keskin farqlanib, ular kerakli plastifikator va stabilizatorlarni tanlash orqali yoruglikda eskirishga nisbatan oshirilgan bardoshlikka erishiladi. Polietilen va polivinilxloridli qobiqlar alyuminiyli va qurg‘oshinli qobiqlarga nisbatan ancha yuqori bardoshligi bilan farqlanadi. Polivinilxlorid plastikatli qobiqqa ega kabellar nanga, moyga, chidamli yong‘in tarqalmay so‘nadi, ammo past haroratda u juda mo‘rt bo‘lib qoladi. Plastmassa qobig‘ining nominal qalinligi kabel diametriga bog‘liq holda GOST 23286-78da belgilangan.

Plastmassa qobiqning qalinligi 13-jadvalda keltirilgan.

Qobiq ostidagi kabel diametri, <i>mm</i>	Qobiq nominal qalinligi, <i>mm</i>	Qobiq ostidagi kabel diametri, <i>mm</i>	Qobiq nominal qalinligi, <i>mm</i>
26	1,2	31-40	2,1
7-15	1,5	41-50	2,3
16-20	1,7	51-60	2,5
21-30	1,9	60	3

Rezina izolyasiyalı kabelda moyga chidamli alanga tarqalmaydigan RSHN-2 navli rezina qo‘llanilib, uning tarkibida 40% gacha kauchuk bo‘ladi. Kabelning qobiq ostidagi diametriga bog‘liq xolda uning qalinligi 2,5-4,5mmni tashkil etadi.

3.3.Kabel himoya qoplamalari. Tashqi qoplama.

Kabellarni ishlatish davrida, ularni mexanik shikastlanishdan saqlash maqsadida ba‘zi turdagi kabellar konstruksiyasida himoya qoplamalari qo‘llaniladi. Ushbu qoplamalar yostiqla, zirx o‘rami sifatida bo‘lib, bu qoplamalar kabel himoya qoplamalari qobig‘i ustiga konsentrik qatlamlar holida yotkaziladi.

Kabel konstruksiyasiga qarab yuqorida qayd etilgan elementlardan bir yoki ikkitasi bo‘lmasligi mumkin.

Yostiqla-himoya qoplamasining bir qismi bo‘lib, u qobiqqa to‘g‘ridan – to‘g‘ri yotkaziladi va qobiq tasmali yoki simli zirxdan kabelni shikastlanish oldini olish maqsadida foydalaniladi. Odatdagi kabel konstruksiyasida yostiqla, bitum tarkibli yoki bitumli va chidamli qog‘ozdan iborat bo‘ladi. Metall qobiqli kabellarda kabel yostiqlasi besh

qatlamdan tashkil topib, u bitum tarkibli yoki chidamli qog‘ozdan tashkil topgan.

Chidamli qog‘ozning ikkinchi qatlami shimdirilgan kabel to‘qimasi, bitumli qatlam yoki bitumdan iborat bo‘ladi. Nometal qobiqli kabellarda B, P, K, Sn, Pn, BG, PG qoplamlarida yostiqchalaridagi chidamli qog‘oz o‘rniga shimdirilgan kabel qog‘ozi ishlatilishi mumkin.

Kuchaytirilgan yostiqchalar, ya’ni bir qatlam qog‘oz tasma, ikkita tasma polivinilxloridli, polietilentereftalatli, poliamidli yoki poliamid plastikatli 20% qoplash, bitta shimdirilgan kabel qog‘ozi va ikkinchi qatlami bitumlanadi va shunga o‘xshash 25-90 mm kenglikdagi tasmalar qo‘llanilib, ular kamida 10mmli dastlabki o‘ramni qoplami va birinchi qatlamdagi bitum tarkibi yoki bitum, hamda chidamli qog‘oz oralig‘iga yotkaziladi.

Juda ham kuchaytirilgan yostiqchalar yana bir qatlam polivinilxloridni, polietilentereftalatli, poliamid yoki shunday tasmalar ikkinchi bitum va bitum tarkibi va ikkinchi qatlamdagi chidamli qog‘oz yoki kabel qog‘ozi oralig‘iga yotkaziladi.

Polivinilxlorid yoki polietilenli ximoya shlangli kabel yostiqchasi qo‘yidagicha ketma-ketlikda qoplangan: bitumli tarkib, qovushoq elimlovchi tarkib (yoki bitum); polivinilxloridli, polietilentereftalatli, poliamidli yoki boshqa turdagi tasma: presslangan polivinilxloridli yoki polietilenli himoya shlangi, chidamli qog‘oz, hamda bitumli tarkib yoki bitumdan iborat. Kabel konstruksiyasiga qarab yostiqchanning qalinligi 1,5-3,4 mmni oralig‘ida tanlab olinadi.

Past bosimli yuqori kuchlanishli moy to‘latilgan kabellarda himoya qoplamasi qo‘rg‘oshin yoki alyuminiy qobig‘i ustidan yotkaziladi va uni

ham, kislota, ishqordan, hamda qo'rg'oshin yoki alyuminiy emirilishini keltirib chiqaradigan daydi toklardan himoya qiladi va mexanik ta'sirdan saqlaydi. Yostiqcha quyidagi qatlamlardan tashkil topadi: bitumli tarkib, ikkita polivinilxloridli tasma, bitumlangan chidamli qog'oz tasmasi, bitumli tarkib, qalinligi 2 mmli shimdirilgan kabel to'qimasi. Yostiqchanning umumiy qalinligi 3 mm. Zirx qatlami-himoya qoplamasining bir qismi hisoblanib, metalli tasma yoki simdan iborat bo'ladi va kabelni tashqi mexanik ta'sirlardan himoya qiladi. Tasmalar bitum tarkibi bilan qoplangan po'lat, ruxlangan po'latlardan tashkil topib, qalinligi 0,3; 0,5; 0,8 mmni va kengligi 10-60 mmga teng bo'ldi. Ruxlangan po'latli sim diametri esa 1,4-6 mmni yassi simligi 1,5-1,7 mmni tashkil etadi.

Ikkita zirx tasmasi kabelga tasma kengligini $\frac{1}{3}$ oralig'ida o'raladi. Kabel bukilganida ustki zirx tasma pastki tasma orasidagi tirqimni qoplashi kerak. Kabel BG, B_AG, B_{2A}G, B_VG, B_PG ximoya qoplamasidagi tasmasi zirx rux (45-60 mkm qalinlikda) bilan qoplanadi.

Moy to'latilgan kabellar yerda yotkazilganida zirxli sim diametri 4,0 mm, suv ostida yotkazilganida zirx sim diametri 6,0 mmdan kam bo'lmasligi kerak.

Tashqi qoplama – kabel himoya qoplamasining bir qismi bo'lib; zirxni korroziyadan saqlashga mo'ljallangan, u ximoya shlangi sifatida yoki maxsus tolasimon chirimaydigan yoki yonmaydigan tarkibidan tashkil topgan. Odatdagi bajarilgan tashqi qoplama bitumni tarkib yoki bitumdan; shimdirilgan kabel to'qimasi yoki shisha to'qimasi; bitumli tarkib yoki bitum hamda tashqi o'ramni yopishib qolishdan saqlash maqsadida qo'llaniladigan qoplama (bo'r maydalangan va x.k) tashkil topadi.

Tashqi kabel qoplamasi yonmaydigan tarkib, to'qima shisha tolasi, kabel o'ramini o'zaro yonishidan saqlaydigan ikkinchi yonmaydigan tarkib va qoplamadan iboratdir. Shlang turidagi tashqi qoplama butun tarkibi qovishoq elimlaydigan tarkib yoki bitum; polivinilxlorid, polietilentereftalat, poliamid yoki shunga o'xshash tasma va polivinilxlorid yoki polietilenli himoya shlangidan tashkil topadi. Plastmassali himoya shlangi plastmassali tasmaga zich yotadi va u germetiklangan. BbSHp va BbSHv himoya qoplamalarida ruxlangan zirx qo'llanilganida va PbSHp, PbSHv himoya qoplamalarida, qovishoq yelimlovchi tarkib va bitum, hamda plastmassali tasma yotkaziladi.

Tashqi kabel qoplamasi qalinligi konstruktiv bajarilishiga qarab 1,9-3 mmni tashkil etadi.

Eng ko'p tarqalgan kabel himoya qoplamasiga GOST 7006-72 da belgilangan BSHv kirib, u qalinligi 0,3 mmga teng teng ikki tasmasi va polivinilxlorid plastikatli presslangan shlangdan tashkil topadi. Agarda po'latli tasmalar ruxlangan bo'lsa, bitum qatlami va plastmassa tasma qoplanadi. Kabel izolyasiyasiga bog'liq holda qobig' yoki belbog' izolyasiyasi ustidagi polivinilxlorid shlangi qalinligi 1,8-2,6 mmni tashkil etadi. Plastmassali himoya shlangi zichligi har bir kabel uzunligida quruq sinash apparatlarida 16-26 kV kuchlanish berishi orqali tekshirib aniqlanadi.

Bitum qatlami yuzasiga qoplanadigan plastmassa tasma sifatida asosan qalinligi 0,02 mmli polietilentereftalat yoki 0,23 mm qalinlikdagi polivinilxlorid plastikat pardalari ishlatiladi. Polietilentereftalatli parda asosli tasma asosan bitumni polivinilxloridli shlangdan ajratish uchun qo'llaniladi, chunki bitum bilan polivinilxlorid plastikati tutashganida

plastifikatorni tezlashgan diffuziyasini sodir qiladi. Bu esa himoya shlangini eskirishini tezlashtiradi; plastifikatorli bitumga o'tishi uni suyultirishi oqibatida himoya qoplamasining hossasi yomonlashadi.

Ekspluatatsiya mobaynida cho'zilishi kuchlanishiga chalinadigan kabellar ruxlangan po'lat simga ega K, Pb, SHv, Pb, SHp turdagi himoya qoplama bo'ladi. Bunday qoplamali kabellar suv ostida yotkizishga mo'ljallangan. Diametri kabel qobig'i ustidan 16 dan 37 mmgacha diametri 4 mm ruxlangan sim bilan zirxlanadi, diametri 37 mmdan katta kabellarda zirx simning diametri 4-6 mm qilib olinadi. Ruxlangan sim ustidan bitum qoplami yotkaziladi va kabel to'qimali tashqi qoplamali, bitum qatlami va bo'r eritmasi ustma-ust qoplanadi.

Suv ostida yotkaziladigan kabel yostiqchasida rezinalangan to'qima va qog'oz tasmasi qo'llaniladi.

Shaxtalarda qo'llaniladigan kabel yostiqchasida polivinilxlorid plastikatli tasma ishlatiladi. Barcha holatlarda yostiqcha qalinligi ortiq olinadi.

Kabel himoya qoplamalari nomlanishi 14- jadvalda keltirilgan.

14-jadval

Himoya qoplami nomlanishi	Konstruksiya qismi	
	Yostiqcha	Zirx
<i>BG</i>	Odatdagi (normal)	Ikki po'lat tasmali
<i>BlG</i>	Kuchaytirilgan	-//- -//-
<i>PG</i>	Odatdagi (normal)	Yassi ruxlangan po'lat simli
<i>PaG</i>	Kuchaytirilgan	-//- -//-
<i>B2PG</i>	Juda kuchaytirilgan	Ikki po'lat tasmali

<i>P2lG</i>	-//-	Yassi ruxlangan po‘lat simli
<i>BpG</i>	Polietilen shlangli	Ikki po‘lat tasmali
<i>BvG</i>	Polivinilxlorid shlangli	-//- -//-
<i>BbG</i>	Yostiqchasiz	Profillangan bir po‘lat tasmali.
Odatdagi (normal) tashqi qoplama.		
B	Odatdagi (normal)	Ikki po‘lat tasmali
P	-//- -//-	Ruxlangan yassi po‘lat simli
K	-//- -//-	Ruxlangan yumaloq po‘lat simli
B1	Kuchaytirilgan	Ikki po‘lat tasmali
Pl	-//- -//-	Ruxlangan yumaloq po‘lat simli
K1	-//- -//-	Ruxlangan yumaloq po‘lat simli
B21	Juda kuchaytirilgan	Ikki po‘lat tasmali
P21	-//- -//-	Ruxlangan yassi po‘lat shlangli
Bv	Polivinilxlorid shlangli	Ikki po‘lat tasmali
Bp	Polietilen shlangli	-//- -//-
Kp	-//- -//-	Ruxlangan yassi po‘lat simli
Yonmaydigan tashqi qoplamali		

Bn Pn	Odatdagi (normal) -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli
Bln Pln	Kuchaytirilgan -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli
B2ln P2ln	Juda kuchaytirilgan -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli
Tashqi qoplama polietilen shlangli		
BvSHp PbSHp	Yostiqchasiz -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli
BShp PShp	Odatdagi (normal) -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli
B1SHp B21SHp	Kuchaytirilgan Juda kuchaytirilgan	Ikki po‘lat tasmali -//- -//-
P21SHp BpSHp	-//- -//- Polietilen shlangli	Ruxlangan yassi po‘lat simli Ikki po‘lat tasmali
SHp	Yostiqchasiz	Zirxsiz
Tashqi qoplamasi polivinilxlorid shlangli		
BbSHv PbSHv	Yostiqchasiz -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli

BSHv PSHv	Odatdagi (normal) -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli
B1SHv B2ASHv	Kuchaytirilgan Juda kuchaytirilgan	Ikki po‘lat tasmali -//- -//-
P2ASHv P1SHv	-//- -//- Kuchaytirilgan	Ruxlangan yassi po‘lat simli -//- -//-
BvSHv SHv	Polivinilxlorid shlangli Yostiqchasiz	Ikki po‘lat tasmali Zirxsiz

Elektr kabellarga beriladigan shartli belgilar, odatda kabel konstruksiyasini ifodalaydigan so‘zlarning bosh harfi bo‘lib, belgilanish chapdan o‘nga qarab ketma-ket beriladi. Buni quyidagicha ifodalash mumkin. Mis simli kabelning tok o‘tkazgichi belgilanmaydi, alyuminiy simli kabelda bosh harf A keltiriladi.

Keyingi keltiriladigan xarf izolyasiya materialini ko‘rsatadi. Qog‘oz izolyasiyasi odatda belgilanmaydi. Rezina izolyasiyali kabel belgilanishi -R xarfi, polietilen izolyasiyali kabel belgilanishi -P harfi, polivinilxlorid plastikat izolyasiyali kabel -V harfida belgilanadi.

Qobiq materialini ifodalaydigan harflar:

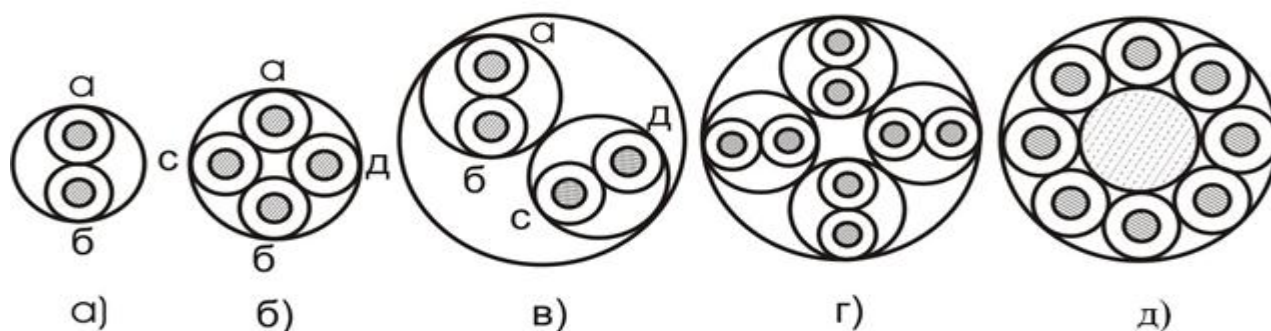
A - alyuminiy qobiqli, S - qo‘rg‘oshin, V - polivinilxlorid plastikati, N - nairit rezina qobiklar. Simlari alohida izolyasiyalanib qo‘rg‘oshin bilan qobiqlanadigan kabellar O - harfida belgilanadi. Kabel himoya qoplamalari belgilanishi quyidagicha: B - po‘lat tasma bilan zirxlangan, P- yassi ruxlangan po‘lat, K - yumaloq ruxlangan po‘lat bilan zirxlangan.

Kabel belgilanishi oxirida keltirilgan G - harfi kabel konstruksiyasida zirx va tashqi himoya qoplamasi yo‘qligini bildiradi. Qavsda keltirilgan G - harfi esa alyuminli qobiq to‘lqinsimonlini, Shv - alyuminiyli qobiq ustida polivinilxlorid plastikatli shlang borligini, T- quvurda yotkazganda qo‘rg‘oshinli qobiq quchaytirilganini ifodalaydi. Belgilanish oxiridagi V – harfi, vertikal holda yotkizishga mo‘ljalangan shimdiruvchi tarkib kamaytirilganini, belgilanishi boshida keltiriladigan S - harfi kabel izolyasiyasi oqmas tarkib (serezin qo‘shilgan)da bajarilganini ifodalaydi. Belgilash quyidagi misollar bilan izoxlanadi: Mis simi kesim yuzasi 95mm^2 shimdirilgan qog‘oz izolyasiyasi, qo‘rg‘oshin qobiqli, po‘lat tasmada zirxlangan, tashqi himoya qoplamali nominal kuchlanishi 10 kV SB 3 x 95 – 10.

3.4.Kabel tayyorlash texnologiyasi.

Kabel simlarini o‘rash turlari, yumaloq simlarni bir yoki ko‘p tolali shaklda o‘rash, sektor (segment) simlarni tayyorlash.


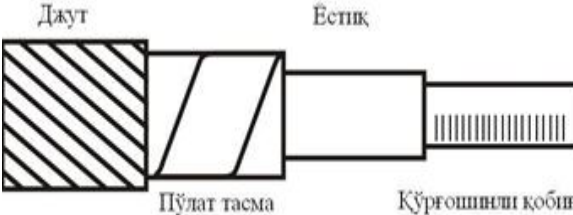
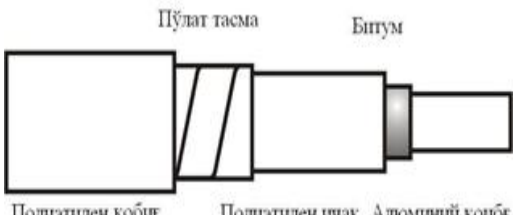
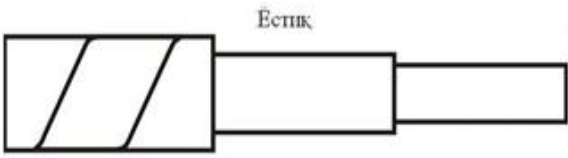
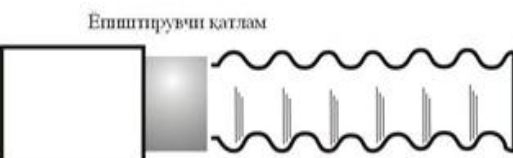
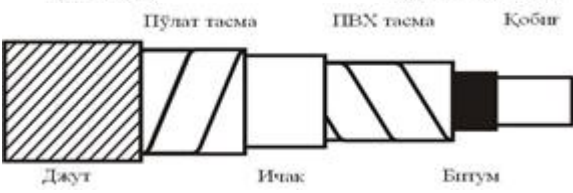
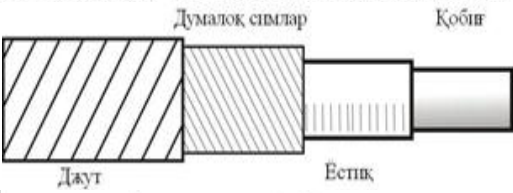
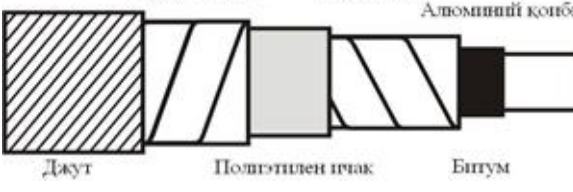
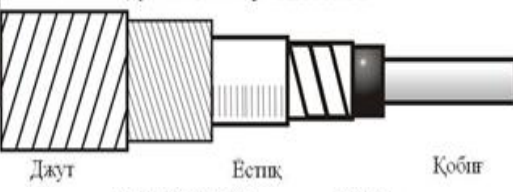
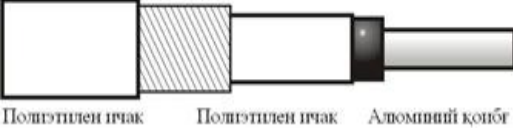
Kabel yumaloq va sektor simlarni jamlash. Har hil egiluvchan kabel tok o‘tkazgich simlarni o‘rash. Bir tolali kabel tok o‘tkazish simlarini tayyorlash. Kabel qog‘ozlarini kesish. Kabel izolyasiya qog‘ozini o‘rash nazariyasi.



5–rasm. O‘tkazgichlarni guruhlar bo‘yicha o‘rami: a) izolyasiyalangan ikki sim; b)izolyasiyalangan to‘rt sim; v)ikki juftlik to‘rtlik; g)qo‘sh yulduz o‘ram; d)sakkizlik o‘ram.

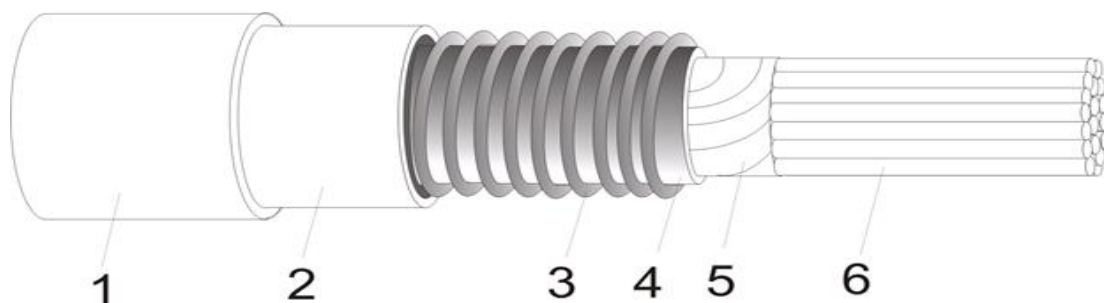
1-35 kV kuchlanishli kabel tok o'tkazish simlariga kabel qog'ozini o'rash. Plastmassa va rezina izolyasiyalarini quvvat kabel tok o'tkazish simiga qoplash. Har hil turdagi kabel simlariga plastmassa izolyasiyasini qoplash.

Ko'p simli kabel simlarini jamlab o'rash nazariyasi. Quvvatli kabel tok o'tkazish simlarini o'rash. Nazorat kabellarni va boshqa turdagi kabellarni o'rash. Shimdiruvchi kanifolli moy birikmasini tayyorlash. Qog'oz izolyasiyali 1-35 kV kabellarni quritish va kanifol moy birikmasiga shimdirish.

Turi	Tuzilishi	Turi	Tuzilishi
G	 Қўрғошвинли қобиг	BpG	KpSHp
B	 Джут Пўлат тасма Қўрғошвинли қобиг	BpS Hp	 Пўлат тасма Битум Полиэтилен қобиг Полиэтилен ичак Алюминий қобиг
BG	 Пўлат тасма Қўрғошвинли қобиг	SHp	 Епиштиривчи қатлам Полиэтилен қобиг Тўлқинсимон пўлат ёки алюминий қобиг
Bv	 Джут Пўлат тасма Ичак ПВХ тасма Қобиг Битум	K	 Джут Думалоқ симлар Естиқ Қобиг
Bp	 Джут Пўлат тасма ПВХ тасма Алюминий қобиг Битум	KI	 Джут Думалоқ симлар ПВХ тасма Естиқ Қобиг
Bl		KIS Hp	 Думалоқ симлар Битум Полиэтилен ичак Полиэтилен ичак Алюминий қобиг

6-rasm. Muxofazalovchi qoplam turlari: G-tashqi himoya qoplamasi yoq; B-po'lat tasma; BG-ikki po'lat tasmali; Bv-polivinilxlorid shlangli; Bp-polietilen shlangli; Bl-kuchaytirilgan; BpG- polietilen shlangli; BpShp- polietilen shlangli; Shp-yostiqchsiz; K-ruhlangan yumaloq; KI- ruhlangan yumaloq.

Metall qobiq qoplash uslublari. Qurg'oshin va alyumin qobiqlarning himoya qatlamini qoplash uslublari. Tasma simon pulat zirx qoplash. Himoya qatlam konstruksiyalari va himoya qatlamini qoplashning asosiy texnologik jarayonlari.



7–rasm. To‘lqinsimon po‘lat qobig‘li kabel: 1–polietilen ichak; 2 – polietilen ichak osti yopishtiriluvchi qatlam; 3–to‘lqinsimon po‘lat qobiq; 4–alyuminiy ekran; 5–belbog‘li izolyasiya; 6-tok o‘tkazgich simlar.

Kuchli kabellar sanoat chastotali, o‘zgaruvchan va o‘zgarmas kuchlanishli elektr energiyasini uzatish, hamda taqsimlashga mo‘ljallangan. Xalq xo‘jaligining barcha yo‘nalishlarida sanoat va texnik taraqqiyot rivojlanishi shahar va qishloqlarni elektr energiya bilan ta‘minlashda 1 – 35, 110 kVli elektr tarmoqlarida kuchli kabellarning roli beqiyosdir. Ushbu kabellarning asosiy qismi kuchlanishi 0,4 – 1kV va 6 – 10 kV elektr tarmoqlarida qo‘llaniladi. Yuqori kuchlanishli kabel narhining qimmatligi, montaji va ekspluatatsiyasi murakkabligi sababli kabel liniyasi hamda havo liniyasiga raqobatlasha olmaydi. Elektr texnika sanoatida kabel mahsuloti, umumiy ishlab chiqariladigan mahsulotni 20% ni tashkil etadi va sanoat, transport, aloqa, qishloq va kommunal xo‘jaliklarini elektr energiya bilan ta‘minlaydi. Ishonchli va uzoq muddatli ishlaydigan kabel hamda tarmoqlariga alohida e‘tibor berilmoqda. Dastavval ishlab chiqarilgan kabel izolyatsiyasi asosan moy shimdirilgan qog‘oz izolyatsiyali bo‘lsa, so‘ngi paytlarda mahsus rezina va plastmassa izolyatsiyali kabelga katta e‘tibor berilmoqda. Qog‘oz-moy shimdirilgan izolyatsiyali kabllarni tayyorlash texnologik jarayoni plastmassa izolyatsiyali kabellarni texnologik jarayonidan kuproq. Qog‘oz-moy shimdirilgan izolyatsiyali kabellarda

quritish, shimdirish hamda moy-kanifol birikmasini tayyorlash jarayoni ancha ko‘p vaqtni egalaydi. Shu sababli ko‘pgina rivojlangan kapitalistik davlatlar elektr tarmoqlarida asosan plastmassa izolyatsiyali kabellar va ularning armaturalari qo‘llanilmoqda. Bu ko‘p miqdorda rangli va qora metalni tejash imkonini yaratadi. Plastmassa izolyatsiyali kabellarni tayyorlash texnologiyasi, qog‘oz-moy shimdirilgan izolyatsiyali kabellarni texnologik jarayoni ancha sodda va bu turdagi kabellarni ishlatish ancha qulay.

Kabel mahsuloti va uning armaturasiga bo‘lgan talab kun sayin ortib bormoqda.

Respublikada ko‘plab ishlab chiqarilayotgan polietilen izolyatsiyali kabel mahsuloti va kabel armaturasini polietilen asosida ishlab chiqarishni taqoza etadi.

Shu sababli O‘zbekiston Respublikasi xududidagi kabel ishlab chiqaradigan korxonalarda yuqori kuchlanishli kabellarni izolyatsiyasi tikilgan polietilen asosidagi mahsulotlardan iborat.

4. SHAHAR TELEFON KABELLARI.

Shahar telefon tarmoqlarida aloqa kabellari ikkita yo‘nalishda qo‘llanadi: abonent – ATS dan abonentgacha bo‘lgan masofa bo‘lib u abonentga aloqa tashkil etish uchun qo‘llanadi; bog‘lovchi – ATS larni bir – biri bilan hamda Shaharlararo telefon stansiyalar (SHTS) bilan bog‘lanish uchun qo‘llanadi.

Bunday tarmoqda quydagi turdagi shahar telefon kabellari qo‘llaniladi. Qo‘rg‘oshin qobig‘li va qog‘oz–havo izolyatsiyali (T) kabellar; plastmassa qobig‘li va plastmassa izolyatsiyali (TP) kabellar;

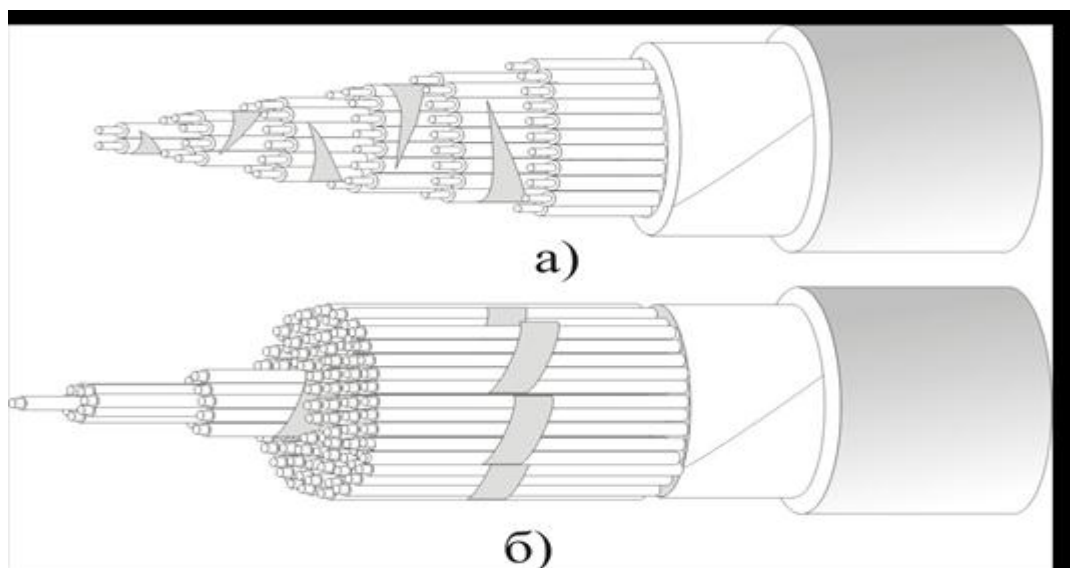
T turdagi kabellar o‘tkazgichlari misdan iborat bo‘lib ularning diametri 0,4; 0,5 va 0,7 mm. Ularning izolyasiyasi havo–qog‘ozli–o‘tkazgich ustiga po‘kak qog‘oz massasidan olingan qog‘oz tasma naycha ko‘rinishda o‘ralib chiqiladi. Izolyasiyalangan o‘tkazgichlar juftlik o‘ram bilan o‘ralgan bo‘lib ularning o‘ram qadami 70 – 250 mm har bir juftlik o‘ramidagi o‘tkazgich izolyasiya rangi oq (natural) rangda ikkinchi o‘tkazgich izolyasiya rangi esa butun o‘tkazgich izolyasiyasi uzunasi bo‘yicha qizil yoki havo rang chiziq bilan bo‘yalgan. Kabel o‘zak o‘rami qatlamli yoki bog‘lamli o‘ramdan iborat. Bog‘lamli o‘ramlar kabel sig‘imi 100 juftlikdan oshiq bo‘lganda qo‘llanadi. Qatlamli o‘ramda esa o‘zakning har bir qatlamli nazorat juftligi ya’ni izolyasiya rangi bilan farqlanadi. Bunday o‘zakli kabelning markaziy va oxirgi qatlamlaridan tashqari boshqa hamma qatlamlar rangli ip bilan spiral ko‘rinishida aylantirilib o‘raladi. Kabel o‘ramlari ustidan qalinligi 0,12 mm kabel qog‘ozi ikki – uch qavat qilib o‘raladi va bu o‘ram belbog‘li izolyasiya deb yuritiladi. Belbog‘li izolyasiya ustida qalinligi $1,1 \div 2,6$ mm qo‘rg‘oshin bilan qoplanadi. Kabellarning muxofazalovchi qatlam tuzilishi va T turdagi kabeldagi juftliklar sonini o‘tkazgichlar diametriga bog‘liqligi 15 – jadvalda keltirilgan.

15-jadval

Kabel turi	O‘tkazgichlar diametridagi va juftliklar soni	
	0,4 va 0,5 mm	0,7 mm
TG	10; 20; 30; 50; 100; 200; 300; 400; 500; 700; 800; 900; 1000; 1200	10 – 600
TB	10 – 600	10 – 600
TBG	10 – 600	10 – 600
TK	20 – 600	20 – 600

Kabeldagi har bir tok o'tkazgich izolyasiyasi boshqacha o'tkazgichlar izolyasiyasiga va qo'rg'oshin qobig'ga nisbatan 20°C xaroratda izolyasiya qarshiligi 5000 MOm dan kam bo'lmasligi kerak. Zavodda ishlab chiqarigan kabel utkzglichlari bir – biriga nisbatan va o'tkazgich hamda qo'rg'oshin qobig'ga nisbatan 2 minut mobaynida chastotasi 50 Gs o'zgaruvchan tokda 500 V kuchlanishga chidamli bo'lishi kerak.

TP turdagi simmetrik aloqa kabellarida tok o'tkazgich mis materialidan tayyorlanib, ularning diametri 0,32; 0,4; 0,5; 0,64 va 0,7 mm hamda o'tkazgichlar izolyasiyasi to'liq polietelen ko'rinishda bo'lib, har bir o'tkazgich izolyasiyasi o'zining rangi bilan farqlanadi o'tkazgich o'ramlari juftlik yoki to'rtlik (yulduz) o'ramda o'zak o'rami esa qatlamli yoki bog'lamlil o'ramdan iborat (8 – rasm).



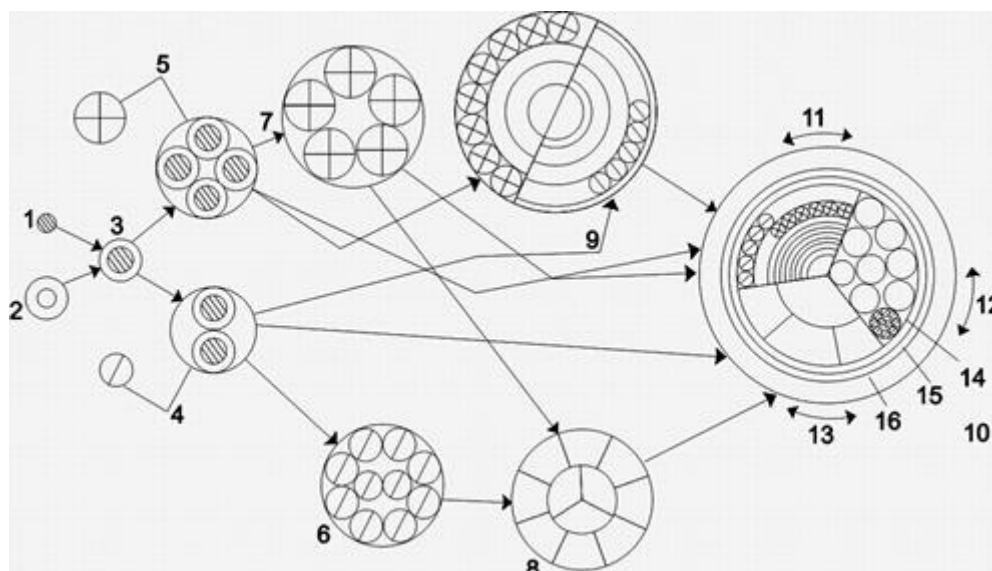
8– rasm. Shahar telefon kabellarining qatlamli (a) va bog'lamlil (b) o'ram ko'rinishlari.

Bugungi kunga kelib kabel tok o'tkazgichlari diametri 0,32; 0,4 va 0,64 mm, izolyasiya $0,2-0,4$ mm qalinlikdagi polietilendan iborat juftlik o'ramli kabellar 1200 juftligacha, to'rtlik o'ramli kabellar esa 600 to'rtlik o'ramidan iborat. Kichik diametrdagi (0,32 va 0,4mm tok o'tkazgichli) kabellar sig'imi 2400 juftligacha borishi mumkin. TP turidagi

kabellarning qurilish uzunliklari kichik sig‘imli (100 juftlikgacha) $300 \div 500$ metrgacha borsa, katta sig‘imdagi (2400 juftlikgacha) kabellar esa $125 \div 250$ m bo‘ladi.

9– rasmda TP turdagi kabellarning tuzilish sistemasi ko‘rsatilgan.

Kichik sig‘imdagi (100 juftlikgacha) kabellarning tok o‘tkazgichlar izolyasiyasini namlikdan muxofaza etish uchun gidrofob to‘ldirgich bilan to‘ldirilgan holda ishlab chiqariladi, bunday kabellar TPPZ deb rusumlanadi.

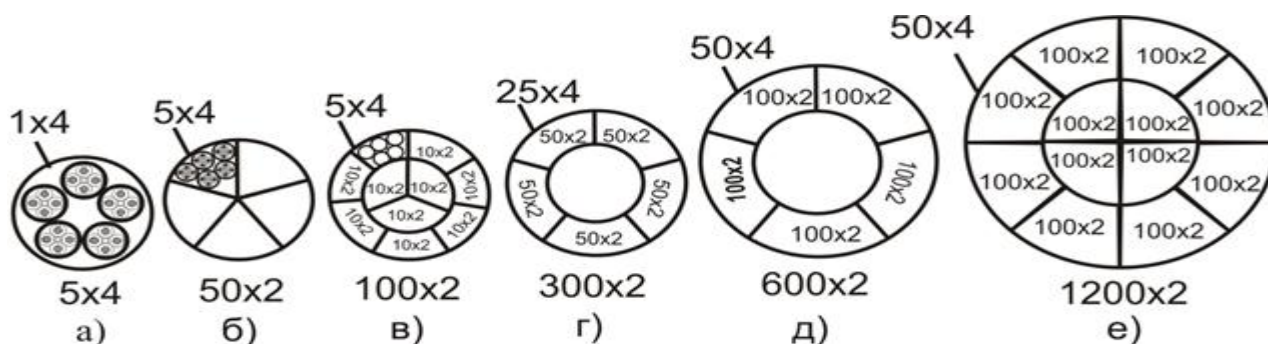


9–rasm. TP turdagi kabelning tuzilishi sistemasi:1–tok o‘tkazgich sim; 2– tok o‘tkazgich sim izolyasiyasi ; 3–izolyasiyalangan tok o‘tkazgich; 4–juftlik o‘ram tuzilishi; 5–to‘rtlik o‘ram tuzilishi; 6–o‘n juftlik elementar bog‘lam; 7–beshta to‘rtlikdan iborat bo‘lgan elementar bog‘lam; 8–o‘nta o‘n juftlikdan iborat bo‘lgan asosiy bog‘lam; 9–juftlik o‘ramdan tashkil topgan qatlamlı o‘ram. 10–shahar telefon tarmog‘ida qo‘llanuvchi kabel; 11–juftlik yoki to‘rtlik o‘ramdan tashkil topgan tuzilish.;12- o‘n juftlik qatlam tuzilishi;13- boglamli qatlam tuzilishi;14-belbogli izolyasiya;15- alyuminiyli folga qatlami- ekran;16- tashqi muxofazalovchi qobiq.

Kabelning bog‘lam o‘ram turida o‘ramlar bir xil sig‘imdan ya‘ni 50×2 va 100×2 (yoki 25×4 va 50×4) iborat. Bunday bog‘lamlar o‘z navbatida

elementar bog‘lamlardan, sig‘imi 10×2 (5×4) tashkil topadi. Bulardan eng ko‘p qo‘llaniladigan 100×2 bog‘lam bo‘lib, uning sig‘imi telefon boksining sig‘imiga to‘g‘ri kelsa, 10×2 bog‘lam taqsilash qutichasi sig‘imiga to‘g‘ri keladi.

100×2 kabelning o‘ram sistemasi $(3+7) \times 10 \times 2$ yoki $(3+7) \times 5 \times 4$. 100×2 dan yuqori bo‘lgan u kabel o‘zaklari 50 yoki 100 juftlik (25 yoki 50 to‘rtlikdan) o‘ramlaridan hosil bo‘ladi. Misol uchun uchta yuz juftlik bog‘lam $3 \times (100 \times 2)$ yoki oltita ellik juftlik bog‘lamlar $(1+5) \times (50 \times 2)$ uch yuz juftlik kabel o‘zagini tashkil etadi. (10 – rasm)



10– rasm. Shahar telefon tarmoqlarida qo‘llanuvchi kabellarning bog‘lam tashkil etish sxemasi: a) 5×4 yoki 10×2 ; b) 50×2 ; v) 100×2 ; g) 300×2 ; d) 600×2 ; e) 1200×2 .

Kabel o‘zagi belbog‘li izolyasiya bilan o‘ralgandan so‘ng uning ustiga qalinligi $0,1 \div 0,2$ mm alyuminiy tasma ekran vazifasini bajarish uchun spiral ko‘rinishida o‘raladi, ekran ostida esa diametri 0,5 mm qalaylangan sim o‘raladi. Bu mis simi alyuminiy ekranning qarshiligini kamaytirish bilan birga, bir vaqtning o‘zida ohirlash uskunalariga ulash uchun qo‘llanidi. Belbog‘li izolyasiya ustida qalinligi $2 \div 4$ mm bo‘lgan polietilen qobig‘ qoplanadi.

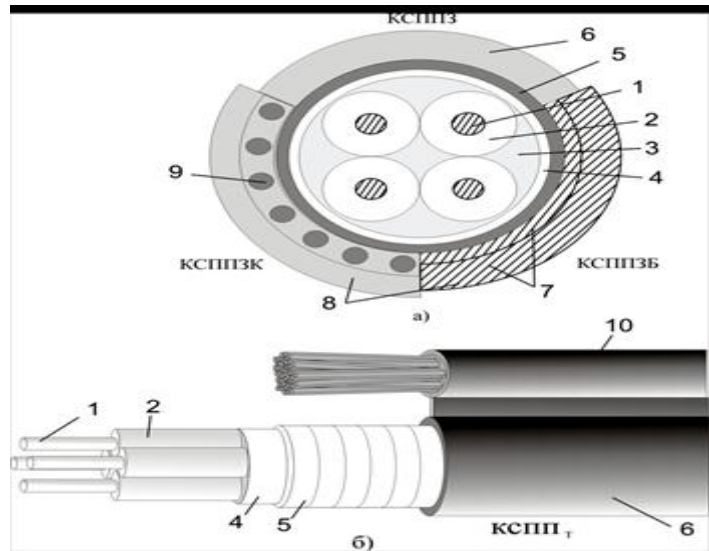
Plastmassa qobiqli kabellar quyidagi turlarda bo‘lishi mumkin:

TPP – (телефонный кабель с полиэтиленовой изоляцией с полиэтиленовой оболочкой) telefon kabeli tok o'tkazgich izolyasiyasi polietilen tashqi qobig'li;

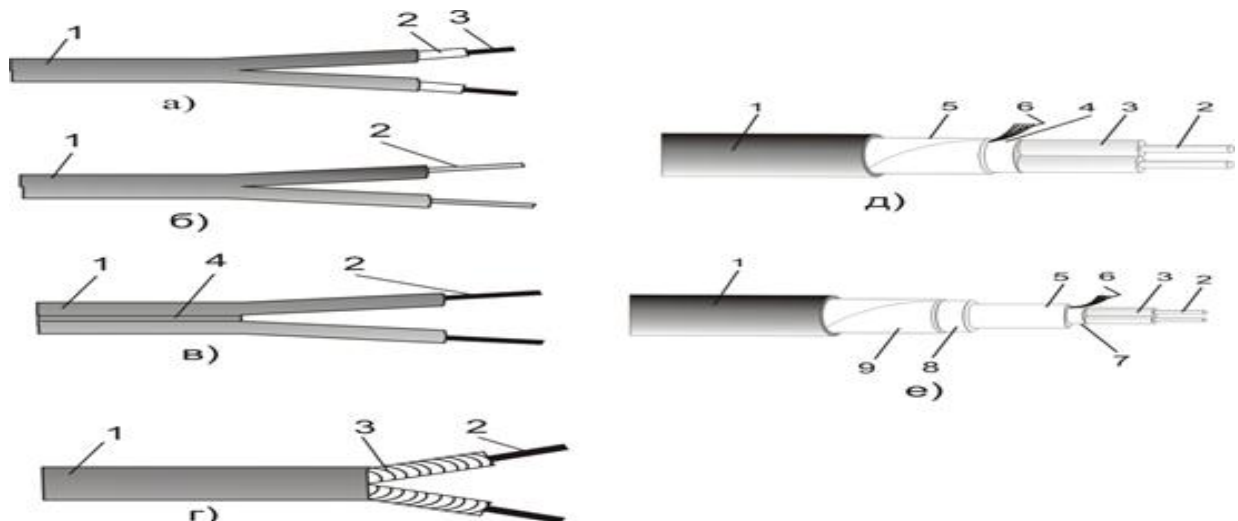
TPPB – kabel o'zagi TPP rusmli kabel singari bo'lib faqat tashqi muxofaza qobig'i zirx qatlamida ikki qavat po'lat tasmalar bilan o'ralib uning ustida djut qatlami qoplanadi.

TPP turidagi kabellar shahar telefon tarmoqlarining turli uchastkalarida qo'llaniladi. Abonent liniyaning magistral uchastkasida yuz juftlik va undan ortiq sig'imli kabellar qo'llansa, taqsimlanish uchastkasida o'n juftlikdan yuz juftligacha bo'lgan kabellar qo'llanadi. TPP turidagi kabellar telefon kanalizatsiyasida, bino devorlarida va simyog'ochlarga osish yo'li bilan yotqizilsa, TPPB turidagi kabellar faqatgina erda yotqizilishi mumkin. TPP turidagi kabellar zavodda ishlab chiqarilgandan so'ng chastotasi 50 Gs o'zgaruvchan tok yordamida 2 minut mobaynida tok o'tkazgichlar juftliklari 1000 V kuchlanishga, o'tkazgich va ekran orasidagi kuchlanish 500 V chidambardosh bo'lishi kerak.

Ikkita to'rtlikdan iborat bo'lgan KSPPB –2x4 turidagi kabel ikkita bitta to'rtlikdan va tashqi qobig'i zirxlangan hamda umumiy tashqi qobig'i polietilendan iborat bo'lib, kabel o'zagi sakkiz ko'rinishdan iborat. Ikkita to'rtlik o'zagidan iborat bo'lgan kabelning elektr xarakteristikalarini bitta to'rtlik kabel elektr xarakteristikalarini kabi bir xil. KSPPB – 2x4 kabelining avzalliklaridan biri turli xil to'rtliklardagi zanjirlar orasidagi o'zaro o'tish so'nishi juda ham yuqori. ($A_0 = 100 \div 110$ dB/k.q.u.). Bu esa bitta kabel bo'yicha raqamli va analog aloqa uzatish vositasi yordamida ikki tomonlama aloqa tashkil etish mumkin.



11-rasm. KSPП-1x4 turdagi kabelning tuzilishi: 1–misdan iborat bo‘lgan tok o‘tkazgich; 2–polietilen izolyasiya; 3–gidrofob to‘ldirgich; 4–belbog‘li izolyasiya; 5–alyuminiy ekran; 6–tashqi polietilen qobig‘; 7– ikki qavat po‘lat tasma – zirx; 8–zirxni muxovazalovchi qoplam; 9–dumaloq simli zirx; 10–po‘lat tross.



12-rasm. Abonent o‘tkazgichi va o‘tkazgichli eshittirishlar uchun qo‘llanuvchi kablarning tuzilishi: a) PRPPM; b) PRPVM; v) PTPJ, PTVJ, TRP, TRV; g) MRMV, MRMP, MRMPPB; d) MRMPE; e) MRMPEB. 1 – kabel qobig‘i; 2 – kabel o‘tkazgichi; 3 – o‘tkazgich izolyasiyasi; 4 – o‘tkazgichlar orasidagi oraliq; 5 – alyuminiyli ekran tasma; 6 – ekran simi; 7 – belbog‘li izolyasiya; 8 – po‘lat zirx tasma; 9–plastmassa (polietilen) tasma.

5.KABEL IZOLYASIYASINI ESKIRISHI.

5.1.Kabel liniyalarning shikastlanish sabablari.

Kabel liniyalarida uchraydigan ko'pgina kamchiliklar ularni yuqori kuchlanishli o'zgarmas tok bilan profilaktik sinovdan o'tkazilayotganida aniqlanmay qoladi.

Kabellarning ishonchliligini sezilarli kamayishiga olib keluvchi bunday kamchiliklarga quyidagilar kiradi: shimdirilgan moy tarkibining sivilishi yoki oqib ketishi natijasida kabel izolyasiyasining qurib qolishi, izolyasiyaning eskirishi, og'ir issiqlik rejimida ishlaydigan kabellarda tez uchraydigan shimdirilgan tarkibning parchalanishi (kristallanishi) bilan bog'liq bo'lgan jaraenlarini nazarda tutish kerak buladi.

Eskirish bilan boglik bo'lgan, nosozliklarni ham profilaktik sinovlar vaqtida aniqlab bo'lmaydi. Kabel izolyasiyasi nam bo'lmagan xolatida uning qobug'da sodir bo'lgan nosozlik aniqlanmaydi. Agar izolyasiyaning shikastlanmagan kabel uchastkasidagi qalinligi shikastlangan izolyasiyaning qalinligidan 15-20% oshmagan holatida izolyasiyadagi shikastlanishlar va mahalliy nosozliklarni sinov mobaynida aniqlash mumkin.

Kabel teshilish vaqtida ko'pincha ikkinchi marta shikastlanishga uchrashi mumkin (yoy ta'siri ostida izolyasiya kuyib, ichki bosim ta'sirida eziladi, shikastlangan joyi orqali namlikni shimadi va h.k.).

Kabelning metalli ximoya qobig'i kuchli kabelning eng zarur elementlaridan biri hisoblanadi. Kabelning izolyasiyasi o'zining yuqori dielektrik xususiyatini saqlab qolishi uchun unga havo yoki namlik kirib bormasligi kerak.

Qo'rg'oshinli yoki alyuminiyli qobik kabelning germetik koplagicchi hisoblanadi.

Qo'rg'oshin uchun ruhsat etiladigan uzluksiz mexanik yuklama $0,1 \text{ kg/m}^2$ ni tashkil etsa, bu ko'rsatkich alyuminiy uchun esa $0,8 \text{ kg/m}^2$ ni tashkil etadi. Alyuminiy qo'rg'oshinga nisbatan tebranishga chidamli material hisoblanadi, lekin er ostidagi korroziya ta'siriga chidamliligi ancha past buladi.

Kabel ishlab chiqarish vaqtida kuyiladigan nosozliklardan tashqari ularda kuyidagi shikastlanishlarga olib keladi:

kabellarni zovurga yotqazish yoki kabelli zovurlarni ochish va kabelli trassalarda o'tqaziladigan boshqa qurilish ishlari olib borilayotgan vaqtlarda kabellarga mexanik shikast etkazish;

kabelning uzoq vaqt ortiq o'ta yuklanish yoki qizish va sovutish davrlarda ish mobaynida uning yuza qismida sodir bo'ladigan spiralsimon shishlar (ba'zida darzliqlar);

chayqalish va tebranishlar ta'sirida qo'rg'oshinli qobiqning kristallararo bog'lanishlari buzilishi;

Yer qatlamida mavjud bo'lgan turli kimyoviy reagentlar ta'srida vujudga keladigan korroziya;

elektrlashtirilgan transportning daydi toklarining ta'sirida kabel qobig'ining emirilishi.

Kabel ustidagi bitumlangan kanop va po'lat zirxi shikastlanishi yaqqol ko'zga tashlanishi sababli ham qobiqlarning mahalliy mexanik shikastlanishlari o'zining tashqi ko'rinishi bo'yicha tez aniqlanadi. Ko'pgina hollarda kabelning izolyasiyasi shikastlangan bo'lib chiqadi.

Mexanik shikastlanishlar kichik o'lchamga ega bo'lgani sababli kabel liniyasini ishlatish davom ettirish mumkin. Qo'rg'oshinli qobiqda kristallararo bog'lanishning buzilishi – qo'rg'oshinni olib keladi va ularni

orasidagi bog'lanishlar uziladi. Boshlang'ich bosqichda qobiq ustida mayda yoriqlardan iborat to'r hosil bo'ladi. Keyinchalik bu yoriqlar kattalashib boradi va chirsillab qobiqdan bir necha o'nlab kristallar yoki qobiqning alohida bo'lakchalari ajralib chiqadi.

Kristallararo buzilishlarning ko'lami kabelning chayqalish va tebranishlarini yuzaga keltiradigan ta'sirning xarakteriga bog'liq bo'ladi.

Bunday shikastlanish kabel liniyasining ko'proq vertikal joylashgan qismlarida ro'y beradi, chunki bu yerda havoda osilib turgan kabel liniyasining bu qismi zirilab turadi. Kabel liniyasiga bog'langan elektr mashina ishlashi natijasida ma'lum zirillash sodir bo'ladi, xamda temir yo'li yoki avtomobil shossesi va ko'prik ostidan o'tkazilgan kabelli liniyalar ham xarakatlanayotgan transport vositalari ta'sirida sezilarli tebranishlar vujudga keladi.

Korroziya natijasida sodir bo'ladigan qo'rg'oshin gidrooksidi korroziyaning daydi toklar ta'sirida hosil bo'lganini bildiradi. Korroziya mahsulining rangi uning xarakterini belgilaydi. Daydi toklar ta'sirida sodir bo'ladigan qo'rg'oshin gidrooksidi rangi jigarrang bo'ladi.

Kimyoviy korroziya mahsuli ko'pincha oq rangda bo'ladi, ba'zida oq sariq yoki och pushti rangda ham bo'lishi mumkin.

Kabellar uzun quvurlar ichidan o'tkazilganida ko'p marta aylantirishga to'g'ri keladi, natijada ularda ko'plab egilishlar yuzaga keladi. Alyuminiy qobigida esa to'lqinsimon egiriklar yoki bo'lmasa bo'ylama darzlar sodir bo'ladi buning natijasida po'lat zirx tasmalarini qirqilishi mumkin.

Mufta montaj vaqtida izolyasiyaning qurib qolmaganlik holatiga, shimdirilgan materialning chirimaganligiga hamda kanifolning oqib ketmasligiga ahamiyat beriladi. Kuchlanishi 10 kV va undan yuqori bo'lgan

kabellar uchun izolyasiyaning elektr eskirishiga va ularda ionlashu hamda razryad sodir bo'lishi mumkinligiga aloxida ahamiyat berish lozim.

Kabellarning ochiq havoda simlari ulangan joylarida izolyasiya uchun katta xavf tug'iladi, chunki bunday ulanishlarda xavfli ionlashish hamda qisman razryadlanish jarayonlari rivojlanishi mumkin. Radial yo'nalishda xavoli oraliq qancha uzun bo'lsa izolyasiya shuncha xavf tugiladi. Shu sababli ham ustma-ust tushuvchi qog'ozli tasmalarning soni va uzaro joylashuvi kattiq nazorat ostiga olinadi. Ustma-ust tushuvchi qog'ozli tasmalarning soni ko'p bo'lganida izolyasiya qatlami egilishga chidamsiz bo'lib qoladi. Bir biriga mos tushgan tasmalar oraliqlarida bo'ylama yig'ilmalar hosil bo'ladi. Kabelning qizishi va sovushi natijasida bo'ylama darzliklar yoki yoriqlar vujudga kelib bunday nosozlik kabel izolyasiyasiga katta xavf tugdiradi.

Qog'oz tasmalarning bo'ylamasiga mos tushishi odatda oraliq sodir bo'lishiga olib keladi, bu esa kabel tasmasi yechilayotganida bitta tasma o'rniga ikkita yirtiq tasma o'ralib chiqadi. Bunday holat tasmaning 50% qismi yoki yarmi bir-biriga ustam-ust tushganida xosil bo'ladi.

Qisqa tutashuv tokining juda qisqa vaqt davomida vujudga kelishi (sekund ulushida) simlarning temperaturasi (yondoshgan izolyasiya tasmasi temperaturasi ham) 20-35 kV kuchlanishli kabellar uchun 125⁰C gacha ko'tarilishi va 1-10 kV kuchlanishli kabellar uchun esa 200⁰C gacha ortishiga ruhsat etiladi.

Bunday cheklanishlarning sababi temperaturaning 135-140⁰C dan ortishi sababli moy shimdirilgan qog'oz izolyasiyalarda qaytib bo'lmaydigan eskirish jarayoni ta'sirida izolyasiyaning strukturasi buzilishiga olib keladi.

Kabellarning o'ta yuklanishda ishlashi juda xavfli bo'lib, bunda kabel simlari va izolyasiyasidagi harorat ruhsat etilgan meyoriy qiymatidan sezilarli darajada ortib ketishiga olib keladi.

Liniyadan yechib olingan bunday kabellarni yorib taxlil etilganida (avariya yoki profilaktik teshilishlardan so'ng) o'tkazgichga to'g'ridan-to'g'ri yondoshib turgan faza izolyasiyasi va kabel tasmalarining holatiga alohida e'tibor beriladi.

Kabellarni zovurga yotqazishda, asosiy meyorlarga rioya qilinmagan hollarda, ularning birini ikkinchisining ustiga yotqazilishi yoki zovurda halqa ko'rinishida yotqazilishi taqiqlanadi). Ushbu xolatda kabelda vujudga keladigan qizish 100°C gacha etishi mumkin bo'lgan sababli izolyasiyada issiqlik teshilishi xavfi vujudga keladi.

Kuchlanishi 20-35 kVli kabellarda o'rtacha elektr maydon kuchlanganligi qiymati kuchlanishi 6-10 kVli kabellarda nisbatan ikki marotaba yuqori buladi. Kabel liniyasining vertikal joylashgan qismlarida izolyasiyaning qurishi unda ionizatsiya jarayoni kelib chiqishi va qisqa razryad jarayoni sodir bo'lishiga olib keladi.

Vertikal xolatda joylashgan kabel qismlarini almashtirish ehtiyoji kabel namunalarida simlarni ko'ndalang kesim yuzalarini va tuzilishini ko'zdan kechirish kerakligini talab etadi.

Qog'oz izolyasiyasida elektr eskirishning xavfli darajasi qog'ozli tasma yuzasida qora dog'larning vujudga kelishi bilan aniqlanadi.

Kabelning tok o'tkazuvchi simlarini sharhlashda juda ko'p uchraydigan quyidagi nosozliklarga e'tibor berish kerak bo'ladi: kabelning tok o'tkazuvchi simlarning yumaloq yoki sektorli ko'rinishiga (masalan, sektorning bir burchagi ikkinchisidikiga nisbatan o'tkirroq) bo'lishi;

simlarning ba'zilar cho'zilgan va kesilgan bo'lishi, simlarning yon ko'rinishi arrasimon bo'lishi; simlar yuzasida mayda "kirralar" bo'lishi bilan ifodalanadi.

Ushbu nosozliklar elektr maydonining keskin bo'lishiga olib keladi, natijada ma'lum qismlarida yuqori kuchlanganlik vujudga keladi. Bunday kuchlanishi 10 kV va undan yuqori bulgan kabellarda katta xavf tug'diradi. Faza simlari cho'zilgan va kesilgan bo'lishi yoki yuzasida mayda "kirralar" bo'lishi kabel konstruksiyasini egish yoki issiqlik ta'sirida simga yondoshgan kabel tasmasini qattiq ezilishi yoki kesilishini keltirib chiqaradi.

Bunday nosozliklarning bo'lishi kabelning ishonchlilik darajasini sezilarli darajada kamayishiga olib keladi va bunga ruhsat etilmaydi.

Kabel simlarida bunday qo'pol nosozliklar bo'lishi mumkin. Masalan, ba'zi simlar o'zaro kesishib qoladi. Bunday holatda o'tkazgich noto'g'ri ko'rinish oladi, izolyasiya qatlamlarida chuqur burishgan tahlanishlar hosil bo'ladi. Bunday nosozliklarga ega bo'lgan kabellar yotqazishga va montaj ishlariga yaramaydi.

Kabelda teshilish sodir bo'lgandan keyin uning simlarining uchki qismlarida yoy vujudga kelishi natijasida kabel konstruksiyasida hosil bo'ladigan sezilarli ichki bosimlarga bog'liq bo'lgan bir qancha o'zgarishlarni hisobga olishga to'g'ri keladi.

Ekspluatatsiya mobaynida yuqori bosim ostida kabelning qo'rg'oshinli qobug'i ezilishi va burishib qolishi mumkin, uning yuqori bosimli qismi yorilib ketishi mumkin.

O'zgarimas tokli sinov uskunalarning quvvati kichik bo'lganligi sababli profilaktik sinovlar va teshilishlar vaqtida bunday deformatsiyalar ro'y bermaydi.

6. IZOLYASION MATERIALLARNING FIZIK-KIMYOVIY VA MEXANIK XUSUSIYATLARI.

Elektr izolyatsiya materiallari oz yoki ko'p darajada gigroskopik xususiyatga, ya'ni atrof-muxitdan o'ziga namlik tortib olish xususiyatiga yoki nam sindirish, ya'ni o'zidan suv bug'larini o'tkazish xususiyatiga ega. Atmosfera xavosida ma'lum miqdordagi suv bug'lari doimo bo'ladi. Xavoning absalyut namligi uning xajm birligidagi suv bug'I massasi bilan ifodalanadi. Xaroratning xar bir qiymatiga to'yinishdagi absolyut namlikning aniq qiymati to'g'ri keladi. Absolyut namlikning xavoni to'yintirish ucnun zarur qiymati xarorat o'sishi bilan keskin ortadi, ya'ni suv bugning bosimi xam ortadi.

Xavoning nisbiy namligi quyidagicha aniqlanadi.

$$\phi = \frac{m}{m_r} \cdot 100\% = \frac{P}{P_r} \cdot 100\%. \quad (2)$$

Normal atmosfera bosimida ($p=0,1$ Mpa) va xaroratida ($t=20^{\circ}\text{C}$) $m_t=17,3$ g/m³, $\phi = 65\%$ bo'lganida xavoning namligi normal deb qabul qilinadi, bunday sharoitda suv bug'ining miqdori $m= 17,3 \cdot 0,65=11,25$ g/m³ bo'ladi. Suv o'ta qutbli dielektrik bo'lib, uning solishtirma qarshiligi tashkil etadi.

Shu sababli suv qattiq dielektrikning bo'shliqlariga kirish natijasida uning elektr natijasida uning elektr xususiyatlarini keskin o'zgartirib yuboradi. Bunday xolat, ayniqsa, issiq iqlim sharoitida ($\phi =98-100\%$ va $t =+30+40^{\circ}\text{C}$) vujudga keladi. Nisbiy namlikning yuqori bo'lishi belektr apparati va mashinalarning ishiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Dielektrikning

suv (yoki boshqa biror suyuqlik) bilan qo'llanish xususiyati xo'llanish burchagi ν bilan ifodalanadi. Bu burchak suv tomchisi chekkasiga o'tkazilgan urinma va tekshirilayotgan tekis yuza orasida joylashgan.

Dielektrikning xo'llanish burchagi $\theta < 90^0$, $\theta > 90^0$ oraliqda bo'ladi. θ qiymati qancha bo'lsa, jismning xo'llanishi shuncha yuqori bo'ladi. Xo'llanadigan yuzalar uchun $\theta < 90^0$ shuncha yuqori bo'ladi. Xo'llanadigan yuzalar uchun $\theta < 90^0$ xo'llanmaydigan yuzalar uchun $\theta > 90^0$.

Materialning namligi. Muayyan namlik va xaroratga ega bo'lgan muxitga elektr izolyatsion material namunasi kiritilsa, ma'lum vaqtdan so'ng jismning namligi muvozanat xolatga ega bo'ladi. Agar nisbatan quruq dielektrik nam xavoga kiritilsa, namlik jism xajmi bo'yicha uning ichiga singib boradi. Materialdagi namlik ma'lum vaqt davomida o'zining to'yingan qiymatiga erishadi yoki, aksincha, nisbatan quruq saqlangan xavoda nam material vaqt o'tishi bilan o'zidagi namlikni yo'qota boradi.

Elektr izolyatsion materialdagi namlik uning elektr xossalarini o'rganishda qo'l keladi, chunki bixar xil materiallarning xavoning nisbiy namligi o'zgarmas bo'lgandagi namlik muvozanati turlicha bo'lishi mumkin. Gigrosko'pik materialning namligini to'g'ri aniqlash uni massa orqali qabul qilish yoki topshirish ishlarida katta ahamiyatga ega. To'qimachilik materiallari uchun *kondision namlik* tushunchasi kiritiladi. Kondision namlik deganda, material namligining normal sharoit xavosidagi muvozanat xolatdagi qiymati tushiniladi. Masalan, kabel qog'ozi uchun kondision namlik 8% deb olinadi. Zich tushilishga ega materiallar g'ovak yoki tolali materiallarga nisbatan namlikni o'ziga kam singdiradi.

Turli dielektrik materiallarda uchraydigan bo'shliqlarning taxminiy o'lchamlarini (nm- nanometrlarda) keltirib o'tamiz:

Sopoldagi mikrobo'shliqlar..... 10^2 -- 10^5

Sellyuloza tolasi ichidagi mikro bo'shliqlar..... 10^2

Tola atrofidagi bo'shliqlar1---10

Turli material malekulalari orasidagi bo'shliqlar.....1---5

Molekulalar ichidagi bo'shliqlar1

Suv molekulasining diametric 0,27 nm bo'lgani sababli u ko'p materiallarning xatto molekulalari ichidagi bo'shliqlarigacha singib borishi yuqoridagi misoldan ko'rinib turibda.

Agar namlik tola yuki parda yuzasiga bir tekis o'tirsa, u xolda materialning dielektriklik xususiyati keskin yomonlashadi. Namlik materialda xajm bo'yicha notekis va uzluksiz tarqalsa, dielektrikning elektr xususiyati juda kam o'zgaradi.

G'ovak, suvda eruvchan jismlar namlik ta'sirida qisman elektrolit xosil qiladi. Bu esa materialning solishtirma xajm qarshiligini pasaytirib yuboradi.

6.1.Dielektrikning nam singdiruvchanligi.

Elektr izolyatsion materiallarning namlikni o'ziga singdirishi deganda suv bug'ining jism orqali sizib o'tishi tushiniladi.

Bu kattalik dielektrik muxofaza qatlamining asosiy xarakteristikasi xisoblanadi. Aksariat materiallarda mayda xavo bo'shliqlari bo'lgani sababli ular nam singdirish xususiyatiga ega. Ma'lum yuza (S) va qalinlik (h) dagi yassi materialdan suv bug'I bosimining farqi p_1-p_2 ta'sirida vaqt birligi (τ) ichida o'tuvchi namlik miqdori quyidagich aniqlanadi:

$$m = \frac{\Pi(p_1 - p_2)S\tau}{h}, \quad (3)$$

bunda m -massa; Π - jismning nam singdirish koeffisiti.

Elektr apparatlari tropic iqlim sharoitida uzluksiz ishlatilsa organik birikmalarda mog'or ko'rinishidagi emirilish sodir bo'ladi. Bu xodisa dielektrik yuza qarshiligini va mexanik mustaxkamligini kamaytirib, dielektrik isrofini ko'paytiradi va uning metal bilan birlashadigan qismida emirilish sodir bo'ladi.

Mog'or-kanifol, tarkibida moy bo'lgan lok, sellyuloza va shimdirilgan materiallarda tez va yaxshi rivojlanadi. Bundan tashqari, materiallar saqlanish yoki ekspiuatasiya mobaynida termit va kemuruvchi jonivorlar tomonidan xam shikastlanishi yoki ymirilishi mumkin.

Tropik iqlim sharoitiga chidamlilikni tekshirish maqsadida elektr izolyatsiya materiallari va elektr texnika uskunalari yuzasiga mikroorganizmlar kiritilib, ular namligi yuqori (95-98%) va o'rtacha xaroratli ($t=40-50^{\circ}\text{C}$) xavoda uzoq muddat ushab turiladi. Tekshiriladigan materiallarning elektr va mexanik xossalaridagi o'zgarishlar bo'yicha mog'orning rivojlanish intensivligi aniqlanadi. Organik elektr izolyasiya materiallarning tabiiy emerilishiga bo'lgan qarshiligini oshirish maqsadida izolyasiya ta'rkibiga turli xil fungusid va zaxarli moddalar kiritiladi yoki dielektrik yuzasiga ular qo'shilgan lok qoplamalar beriladi. Fungusidlar tarkibiga azod, xlor, simob kabi moddalar bo'lgan organik birikmalardan tashkil topadi.

6.2. Dielektrikning mexanik xossalari.

Izolyatsiya materiallardan ishlab chiqarilgan konstruksiyalar mexanik kuch ta'siri ostida bo'lishi sababli ularning mexanik mustaxkamligi va

deformasiyasini o'rganish katta ahamiyatga ega. Statik cho'zilish, siqilish va egalishning oddiy ko'rinishlari amaliy mexanikaning asosiy qonuniyatlariga bo'ysunadi va bundagi mustaxkamlik chegaralarning qiymatlari (σ_{ch} , σ_c , σ_e , SI da Paskalda o'lchanadi ($1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^{-5} \text{ kgs/sm}^2$)). Cho'zilishdagi mustaxkamlik yupqa varaq va tasma shaklidagi dielektrlarga xos bo'lib, bu materiallar o'tkazgich yuzasiga, masalan, kabel o'zagiga qoplanayotganda xisobga olinadi:

$$\sigma_{ch} = P_{ch} / F \quad \text{Pa}, \quad (4)$$

bunda P_{ch} – dielektrikning uzilish laxzasidagi ta'sir kuchi, kg; F – dielektrikning ko'ndalang kesim yuzasi, m^2 . Uzish mashinasida materialning emirilishga bo'lgan mustaxkamligi (P_{ch}) ni cho'zilishi $i = \frac{\Delta l}{l}$ 100% xam aniqlanadi. Nisbiy cho'zilishning kichik qiymatlari mo'rt va qattiq jismlar (chinni, shisha, getinaks) uchun tegishli bo'lib qayishqoq materiallar (rezina, elastomer) da esa I ko'rsatkichi nisbatan katta qiymatlarga bo'ladi. Chunki qayishqoq materialning mexanik mustaxkamligi kichik qiymatlarga ega. Ba'zi plastik materiallarda I qiymati qattiq va qayishqoq materiallarning xarakteristikalariga oralig'ida bo'ladi. Materialning mexanik mustaxkamligi maxsus tayyorlangan namunalarda yordamida aniqlanadi. Materialdan tayyorlanadigan namunalarning shakli ularga qo'yiladigan kuch yo'nalishini xisobga olgan holda ishlab chiqiladi. Masalan dielektrikning cho'zilish (a), siqilish (b) va egilish (v) ga bo'lgan mustaxkamligini aniqlash uchun tayyorlangan namunalarning shakllari keltirilgan. Materiallarning siqilishga bo'lgan vaqtincha qarshiligi σ_c yuqorida keltirilgan ifodaga o'xshash bo'lib, quyidagicha aniqlanadi:

$$\sigma_s = \frac{P_s}{F} \quad \text{Pa}. \quad (5)$$

Tajribaga asosan, metallarda $\sigma_{ch} = \sigma_s$ bo'lgani sababli ularda siqilishdagi kuchlanishni aniqlash shart emas. Dielektrlarda esa $\sigma_{ch} \neq \sigma_s$ bo'lgani sababli mexanik mustaxkamlik ikkala yo'nalishda alohida – alohida aniqlanadi. Tolali va qatlamli dielektrlarni sinash uchun namunalar tayorlashda ulardagi tola yo'nalishi e'tiborga jlinadi. Ko'pchilik dielektrlarning siqilishga bo'lgan mustaxkamligi cho'zilishga bo'lgan mustaxkamligidan ancha yuqoriligi ($\sigma_{ch} \ll \sigma_s$)

Sababli ularni, asosan, siqilish yo'nalishi bo'yicha ishlatish maqsadga muvofiqdir.

Jismning egilishdagi zo'riqishi eguvchi moment (M) ning qarshilik momenti (W) ga nisbati orqali aniqlanadi:

$$\sigma_e = \frac{M}{W}. \quad (6)$$

Askariyat materiallarning mexanik mustaxkamligi ularning kesim yuzasiga uzviy ravishda bog'liq bo'ladi. Dielektrikning mexanik xossasi xaroratga xam bog'liq bo'lib, issiqlik ta'sirida uning mexanik mustaxkamligi kamayadi. Gigroskopik materiallarda namlik orta brogan sari ularning mexanik mustaxkamligi pasayib boradi.

Mo'rtlik plastik deformatsiyasiz emirilish turiga kirib, u material strukturasi va tekshirish sharoitiga bog'liq bo'ladi. Materialga ta'sir ettiriladigan kuchlanish tezligi oshirib borilib, uning xarorati esa keskin kamaytirilsa, jismning mo'rtlikka bo'lgan mexanik mustaxkamligi kamayadi. Kupgina materiallar katta static emirilish kuchlanishga ega bo'lishi bilan bir qatorda mo'rtligi sababli, ularning dinamik emirilish kuchlanishi kichik bo'ladi. Materiallarning dinamik kuchlanishini aniqlaydigan usul – bu urilish egiluvchanligi yoki urilish qovushqoqligidir. Jismning urilish qovushqoqligi σ_q uni sindirishga sarf etiladigan quvvatning

(A) shu jism kesim yuzasiga (F) bo'lgan nisbati ($\sigma_q = \frac{A}{F}$. J/m²) orqali aniqlanadi. Bu qiymat polietilenda 100 kJ/m² bo'lgan xolda, sopol va mikaleksda bor-yo'g'i 2-5 kJ/m² ga tengdir.

Suyuq dielektreklarga (moy, lok, kompaund) ning mexanik xossalarini o'rganishda qovushqoqlik qo'l keladi. Qo'vushqoqlik deganda suyuqlik va gaz molekulalarining siljishdagi ichki ishqalanish tufayli yzaga keladigan ichki qarshilik tushuniladi. U η bilan belgilanib, dinamik qovushqoqlik (ichki ishqalashish) deyiladi va $1 \text{ Па} \cdot c = 10 \text{ П} = c \text{ П}$ (Pauz) da o'lchadi.

$V = \frac{\eta}{\rho}$ kinematik qovushqoqlik deyiladi va stokslarda o'lchadi.

Dielektrikning mexanik xossalari. Dielektrikning zichligi γ ni bilish maxsulot tayo'rlashda materialga bo'lgan extiyojni, uning xajm yoki massasini aniqlash uchun zarurdir. Zichlik jism massasi (m) ning uning xajmi V ga nisbati orqali aniqlanadi:

$$\gamma = \frac{m}{V} \text{ kg/m}^3. \quad (7)$$

Organik materiallarda $\gamma = (0,5-1,5) \cdot 10^3$, anorganik esa bu qiymat bir oz yuqoriroq: $\gamma = (2,5-4,0) \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$.

Materialning gigroskopikligi jismni (namunani) ma'lum vaqt suvda ushlab turish orqali aniqlanadi:

$$W = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \cdot 100\%. \quad (8)$$

bunda m_1 – quruq namunaning massasi, r; m_2 – namunaning suvda ma'kum vaqt ushlagandan keyingi massasi, r.

Bu kattalik dielektrikning namga chidamligini baholashda yordam beradi. Kupgina dielektriklar ma'lum darajada gigroskopik bo'lganligi sababli izolyatsiyani namdan himoya qiladi.

6.3. Izolyatsiyani namlikdan himoya qilish.

Shimdirish usulida izolyatsiya bo'shliklari gigroskopik bo'lmagan yoki kam gigroskopik qattiq yoki suyuq dielektrik bilan to'latiladi. Shimdirilgan materiallarga avvaliga nam singmay, ma'lum vaqt o'tgandan so'ng bu xossa yomonlasha boradi. Ba'zi shimdirilgan materiallar o'ziga nam olmaydi. Masalan, shimdirilgan marmarda ρ qiymati uzoq vaqt o'zgarmay turadi. Tolali shimdirilgan material (qog'oz, karton, mato tsellyuloza) larda esa ρ qiymati asta-sekin pasaya boradi. Shimdirilmagandagi kabi shimdirilgan qalin qog'oz (karton) da ham namlik materialga asta-sekin singib boradi va ma'lum vaqtdan so'ng W qiymati ikkala qog'ozda deyarli bir xil qiymatga ega bo'ladi. Havo bo'shliqlari bo'lgan va shimdirilgan matolar qisqa muddatli namlikka bardoshli bo'lib, ularda E_t qiymati quruq shimdirilgan materillarga nisbatan yuqori bo'ladi.

Izolyatsiya xarakteristikasini o'zgartirmasdan saqlash va namlik na'sirini kamaytirish maqsadida shimdirish usulidan tashqari, loklash usulidan ham foydalaniladi. Bunda, shimdirilgan jism qalinligi 0,1-0,2 mm li lok qatlami bilan qoplanadi. Lekin bu usul namlik 80% dan o'zini oqlamaydi.

Bundan tashqari, siqish usuli yordamida mahsulot yuzasi qalinligi 1-2 mm bo'lgan plastmassa qoplamasi bilan qoplanadi. Bunday qoplamaning mexanik xarakteristikalari lok qoplama mexanik mustahkamligidan ancha yuqori bo'ladi. So'nggi usul mahsulotni havo namligi 90% gacha bo'lgan hollarda ishonchli himoya qiladi.

Mahsulot yuzasini qoplash usullaridan biri ishlov beriladigan yuzaga tayorlangan kompaund quyish usulidir. Bunda detalning tashqi qismiga mos qilib maxsus qolip yasaladi va unga suyuq holdagi plastmassa to'ldiriladi. Masalan, epoksid smolasidan tayorlangan qoplamaning

qalinligi 10-20 mm qilib olinadi. Mahsulot suyultirilgan kompaundga botirib olinadi. Bu usul dielektrlarni 95% gacha namlik ta'siridan himoya qiladi.

Barcha hollarda ham jismni namlikdan himoya qilishda organik materiallar qo'llaniladi. Bu materiallar gigroskopik xususiyatiga ega bo'lgani uchun o'zidan namlikni o'tqazadi. Istalgan organik dielektrik qandaydir miqdorda nam singdiruvchanlikka ega.

Ba'zi organik dielektrlar uchun nam singdirish koeffitsienti quyidagichadir:

Parafin $5 \cdot 10^{-10}$ c

Polietilen $3 \cdot 10^{-10}$ c

Epoksid smolasi $5 \cdot 10^{-9}$ c

Neftli bitum $1 \cdot 10^{-8}$ c

Dielektrikni namlikdan ishonchli himoya qilish maqsadida bosim ostida quyish usuli qo'llaniladi. Chunki bu usulda olinadigan qoplamaning qalinligi katta qiymatga ega bo'ladi va mahsulotni namlikdan yaxshi himoya qiladi. Agarda himoya qoplamasida darz yoki emirilish sodir bo'lsa, namlik qoplama ichiga tezda kirib boradi.

Vakuumda zichlash usulida himoya qilinadigan mahsulot metal qobiqqa joylashtiriladi va qopqoq bilan kavsharlanadi. Metal qoplama dielektrikni namdan a'lo darajada himoya qiladi.

Qog'oz izolyatsiyali yuqori kuchlanishli kabellarni namdan muhofaza qiladigan himoya qoplamasi sifatida izolyatsiya yuzasiga uzluksiz qoplanadigan metall (qo'rg'oshin, alyuminiy, po'lat) qoplama ishlatiladi. Bu qoplamalar izolyatsiya yuzasiga maxsus presslarda qoplanadi. Elektr mashinalarining izolyatsiyasi namlik ta'siridan loklash, shimdirish va

kompaund quyish usullari orqali himoya qilinadi. Uzluksiz ishlaydigan elektr mashinasi namlikka chidamli bo'ladi. Bu mashinaning muttasil ish mobaynida qizishi natijasida izolyatsiyasining namlanmasligi bilan tushuntiriladi. Uzoq muddat ishlamagan (omborda saqlangan) elektr dvigateli yoki generatorlarning izolyatsiya holati tekshirilib, zarur holatlarda ularning izolyatsiyasi quritilishi shart.

6.4. Dielektrlarning issiqlik xossalari.

Dielektrikning issiqqa chidamliligi uning muhim xossalaridan biridir. Dielektrikning issiq va sovuqqa chidamliligi, issiqlik o'tkazuvchanligi va issiqdan kengayishi uning issiqlik hossalari kiradi. Anorganik dielektrlarning issiqqa chidamliligi ularning elektr xossalari ($\text{tg}\beta, \rho$) qiymatlarining o'zgarishiga qarab baholanadi. Organic dielektrlarning issiqqa chidamliligi ularning cho'zilishi va egilishi orqali yoki qizitilgan dielektrikka igna botirib ko'rish orqali aniqlanadi.

Izolyatsiya materialining xarorati ta'siriga chidamliligi Martens usuli orqali ham aniqlanadi. Bu usulda jismning qisqa muddatli issiqlikka bardoshlilik uning mexanik xossalari o'zgarishiga qarab aniqlanadi. Dielektrikning issiqlikdan yumshash harorati qizdirilgan namunaga shar yoki doirani ma'lum kuch bilan ta'sir ettirib aniqlanadi.

Suyuqlikning chaqnash harorati uning haroratini ko'tara borib, cho'g' yaqinlashtirilganda suyuqlikning havodagi bug'i yonib ketishi bilan aniqlanadi.

Suyuqlikning alanganish harorati tekshirilayotgan suyuqlikka alangani yaqinlashtirganda uning yonib ketishi bilan aniqlanadi. Suyuqlikning alanganish harorati uning chaqnash haroratidan birmuncha yuqoridir.

Bunday xarakteristikalar transformator moyi va erituvchi suyuqliklar sifatini aniqlashda keng qo'llaniladi.

Izolyatsiyaning joiz ish harorati jismning qisqa yoki uzoq muddatli qizishga chidamliligini tekshirish orqali aniqlanadi. Dielektrikning qizishi mobaynida unda kimyoviy o'zgarish sodir bo'ladi. Bu holat izolyatsiya materialining issiqlik ta'sirida eskirishi deyiladi. bunday eskirish tsellyuloza va loklangan jismning qattiqligi va mo'rtligi ortishi yoki jism yuzasida yoriqlar paydo bo'lishi bilan belgilanadi. Dielektrikning issiqlik ta'sirida eskirishi uning ilk bor tayorlangan holatiga nisbatan o'zgarishiga qarab aniqlanadi. Jismning eskirish muddati (τ) harorat bilan quyidagicha bog'langan:

$$\ln \tau = A/T + B \quad (9)$$

bunda A, B – berilgan materialning issiqlik ta'sirida eskirishiga taalluqli o'zgarmas koeffitsientlar.

Issiqlik ta'siridagi eskirish UB (ultrabinafsha) nurlari, elektr maydoni, mexanik kuchlanish va boshqa ta'sirlar ostida tezlashadi.

Elektr mashina va apparatlarining quvvatini o'zgartirmagan holda dielektrikning issiqlikka chidamliligini oshirish orqali ularning hajmi va narxini birmuncha kamaytirish mumkin. Bu samolyotsozlik va raketsozlikda, elektr dvigateli, transformator va boshqa ixcham, qulay asbob-uskunalar tayorlashda juda qo'l keladi.

GOST 8865-70 va Xalqaro elektr texnika komissiyasi ko'rsatmalariga asosan, normal sharoitda ishlaydigan elektr mashina va apparatlari izolyatsiya materiallarining joiz ish haroratlari issiqqa chidamlilik bo'yicha bir nacha sinfga bo'linadi:

Issiqqqa chidamlilik sinfi Y A E B ⊖ H C

Joiz ish haroratining eng yuqori qiymati, 90 105 120 130 155 180 >
180

Ochiq sharoitida ishlatiladigan izolyatsiya materialining sovuqqa chidamliligi ham katta ahamiyatga ega. Past haroratlarda, odatda, izolyatsiya materiallari o'z dielektriklik xususiyatlarini yaxshilaydi. Normal sharoitida elastik va egiluvchan bo'lgan materiallar past haroratlarda (-30÷-50°C) qattiq va mo'rt bo'lib qoladi. Bu esa kuchlanish ta'siri ostida bo'lgan materialning sinishi (emirilishi) va uskunaning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin.

Jismning issiqlik o'tkazuvchanligi issiqlik tarqalishining bir turidir. Dielektrik izolyatsiyasidagi issiqlik uning qizigan qismidan sovuqroq qismiga yoki tashqi muhitga tarqaladi. Dielektrikning issiqlik o'tkazuvchanligi izolyatsiyaning issiqlikdan teshilishiga va harorat zarbiga nisbatan chidamliligiga ta'sir ko'rsatadi.

Jismning S yuzasidan o'tuvchi issiqlik oqimining quvvati Fure tenglamasiga asosan quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta P_u = \gamma_u \frac{dT}{dl} \Delta S \quad (10)$$

bunda $\frac{dT}{dl}$ - harorat gradienti, °C/m ; γ_u - jismning issiqlik o'tkazish koeffitsienti, Vt/mK.

Dielektrlarda γ_u qiymati metal materiallariga nisbatan ancha pastdir. G'ovak va bo'shliqlari ko'p bo'lgan dielektrlarda issiqlik o'tkazish koeffitsienti eng kichik qiymatga ega bo'lib, ular shimdiriluvchi modda bilan to'latilgan holatda mazkur kattalik qiymati o'sadi (16-jadval). Krisstal dielektrlarda γ_u qiymati amorf dielektrlardagiga nisbatan katta bo'ladi.

16-jadval

Ba'zi dielektriklarning issiqlik o'tkazish koeffitsientlari.

Material	$\gamma_u B/(M \cdot K)$	Material	$\gamma_u B/(M \cdot K)$
Havo (tirqishlardagi)	0,05	Chinni	1,6
Bitum	0,07	Steatit	2,2
Qog'oz	0,10	Titan qo'shoksidi	6,5
Loklangan mato	0,13	Kristalli kvarts	12,5
Tekstolit	0,35	Alyuminiy oksidi	30,0
Suv	0,58	Magniy oksidi	36,0
Kvarts	1,25	Berilliy oksidi	218,0

Dielektriklarning issiqlikdan kengayishi, boshqa materillar kabi, chiziqli kengayishning harorat koeffitsienti orqali aniqlanadi:

$$TKl = \alpha_l = \frac{ld}{ldt} K^{-1} . \quad (11)$$

organic dielektriklar anorganiklariga nisbatan (17-jadval) ancha yuqori α_l ga ega. Shuning uchun ham anorganik jismdan yasalgan qismlar harorat o'zgarishida o'zining kam o'zgaruvchan α_l qiymati bilan ajralib turadi.

17-jadval

Ba'zi dielektriklar chiziqli kengayishining harorat koeffitsientlari.

Material	$\alpha_u \cdot 10^6, K^{-1}$	Material	$\alpha_u \cdot 10^6, K^{-1}$
Polivinilxlorid	235	polivinilformaldegid	64,0
Polivinilxlorid plastikasi	160	Epoksid kartroni	55,0
Polietilen	165	Slyuda	37,0

Tsellyuloza atsetati	120	Silikatli shisha	9,2
Neylon	115	Sopol	7,0
Politetraftoretlen	100	Steatit	6,6
Polistirol	68	Chinni	3,5
Polimetilmetakrilat	70	Eritilgan kvarts	0,55

7. KABEL IZOLYASIYA TURLARI.

Kabel konsruksiyasi uning markasi bilan ifodalanib, bunda alfavit xarflaridan foydalaniladi, xarflar aniq mazmun ketma-ketlikda kiritiladi, belgilanish simdan boshlanib tashqi qoplama bog'lanishi bilan tugaydi.

Alyuminiyli sim A xarfda belgilanib, misli sim belgilanmaydi, odatdagi shimdirilgan qog'oz izolyatsiyasi belgilanmaydi, moysizlantirilgan oxirida B xarfda ifodalanib, oqmaydigan tarkib M xarfda belgilanish boshida

qo'yiladi. Agarda izolyatsiya PVX platmats, politelen yoki rezinadan iborat bo'lsa B, P ($P_B P_S P_{BC}$), yoki P xarflarda belgilanadi.

Kabel qobig'i belgilanishi: C-qo'rgoshinli, A-alyuminiyli, CT-po'latli gofrlangan, B-polivinilxloridli, P-polietilenli, N-namritli rezina kabi bo'ladi. Agarda kebel zirxsiz va tashqi qobiqsiz bo'lsa xarflar so'ngida G xarfi keltiriladi.

Kabel ximoya qoplamalari, uni atrof-muxit tasiridan muhofaza qilishi uchun muxim rol o'ynaydi. Uni tashkil etuvchi tarkiblariga zirx osti yostiqchasi, zirx, zirx usti qoplamalari kiradi. Lekin ximoya qoplamasida PVX plastikati va polietilen qo'llanib, bu materiallar yuqori kimyoviy bardoshlilikka ega. Polietilen malum darajada yonish xususiyatiga ega. PVX plastikati alanganib so'nish xususiyatiga ega. Polietilen nambardoshliliigi PVX ga nisbatan 10 barobar yuqori. PE ning alangalaydigan modifikatsiyasi ishlab chiqarilgan. Ximoya qoplamada esa ikki qatlamli platsmassa tasmalaridan foydalanib, bu bilan kabel konstruksiyasi nam kirib borishidan ximoyalaniladi.

Yong'indan xavfli elektr uskunalarda qo'llaniladigan kabel tashqi qoplamalarida shisha tolalari va yonmaydigan tarkib ishlatiladi.

Ximoya qoplamalaridagi tarkibda zirx kabelni mexanik tasiridan saqlaydi, zirx po'lat tasmadan iborat bo'lib, qalinligi 0,3; 0,5 va 0,8 mm ni tashkil etadi. Agarda ekspluatatsiyada kabelga tortib turuvchi kuch ta'sir etsa zirxga qalinligi 1,75 mm gacha bo'lgan po'lat sim ishlatiladi. Kabel uchun sim tanlanishida tok o'tkazgich sim materiali va egiluvchanlik darajasi katta rol o'ynaydi. Portillashga xavfli zonalar uchun mis simlari kabelda qo'llanilsa, boshqa xolatdan iborat misli simlar qo'llaniladi. Qog'oz izolyatsiyasi kuchli kabellarda yaxlit misli sim 50 mm² gacha, ko'p tolali

25-1000 mm² olinadi. Alyuminiydan iborat yaxlit sim kesim yuzasi 240 mm² gacha olinib, undan yuqori (bazida 120mm² dan ortig'i) kesim yuzalari ko'p tolali qilib olinadi.

Qog'oz izolyatsiyali kabellarda germotizatsiyasi ta'minlanishi uchun, uning qobig'ida metall-alyuminiy yoki qo'rg'oshin suv ostida yoki shaxtada qo'llaniladi. Qo'rg'oshin kamyobligi xisobga olinib, u faqat suv ostida yoki shaxtada qo'llaniladigan kabellarga ishlatiladi. Alyuminiy yuqori mexanik mustaxkamligiga ega bo'lib, zirillashga xam bardoshli. Uning asosidagi kabellar kema, ko'prik va jami kabel qurilmalarida xamda yerda keng miqyosda qo'llaniladi.

7.1. Kabel xarakteristikalari.

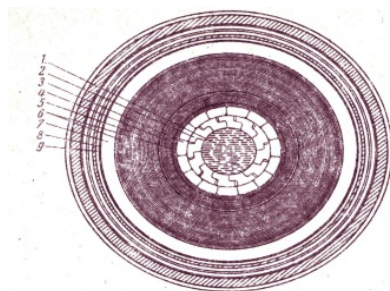
Moy to'latilgan kabellar quyidagi tok o'tkazuvchi sim kesim yuzalari 120, 185, 240 (270), 300 (350) 400 (425), 500 (550), 625, 800,1000, 1250 va 1500 mm² ga teng. Sim kesim yuzasi 150-625 mm² li kabellar qo'rg'oshin qobiqli bo'lib, GOST 16441-78 ga asosan tayyorlanadi, ular agressiv tuproqli erlarda, suv xavzalarida, xamda cho'zilish kuchi yo'q joylarda yotkaziladi. MNSK turdagi kabel xarakteristikalari quyidagi 18-jadvalda keltirilgan

18-jadval

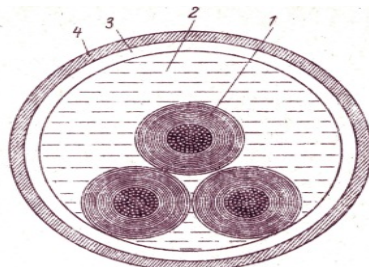
Tok o'tkazuvchi sim, mm	Izolyasi ya qalin-	Qo'rg'oshinli qobiq	Kabel tashqi diamet	Kabel massa si	Kabel-dagi moy	G'al tak-dagi
-------------------------	--------------------	---------------------	---------------------	----------------	----------------	---------------

Ke sim yuza si mm	Dia- metri mm	ligi mm	Qalin -ligi mm	Dia metri mm	ri mm	kg/km	miqdo ri mm	kabel uzunli gi m
150	18,8	11,0	3,0	48,4	77,2	15,95	772	760
185	20,2	10,6	3,0	49,4	77,8	16,5	777	760
240	22,1	10,6	3,0	50,9	79,7	17,0	823	680
270	23,2	10,0	3,0	50,8	79,6	17,8	808	680
300	24,0	10,0	3,0	51,6	80,4	18,2	816	680
350	25,4	10,0	3,0	53,0	85,8	22,3	830	680
440	26,8	9,8	2,0	53,9	86,7	23,1	872	530
425	27,4	9,8	3,0	54,9	87,4	23,5	858	530
500	29,4	9,8	3,3	57,2	90,0	23,0	935	530
550	30,5	9,8	3,3	58,3	91,1	26,5	930	475
625	32,4	9,6	3,3	59,8	59,8	92,6	997	475
800	36,7	9,6	3,3	64,1	64,1	96,9	1100	440

Kuchlanishi 110 kV li past bosimli kabel konstruksiyasi 13- rasmda, yuqori bosimli po‘lat quvurda yotqaziladigan kabel konstruksiyasi 13- rasmda keltirilgan.



13-rasm. Past bosimdagi moy to'ldirilgan kabel: 1-Moy aylanadigan kanal; 2-Z-shakldagi tok o'tkazish simi; 3-Segment shakldagi sim; 4-Qogoz izolyasiya 0,08 mm; 5- Qogoz izolyasiya 0,12 mm; 6-Qogoz yarim o'tkazgich ekran; 7-Qo'rgoshinli qobiq; 8-Mustaxkamlash qoplamasi; 9-Himoya qoplamasi.



14-rasm. Po'lat quvurdagi yuqori bosimli moy to'ldirilgan kabel: 1-Bir simli kabel; 2-C-220 navli moy; 3-Po'lat quvur; 4-Emirilishdan saqlash qoplamasi.

19-jadval

Alyuminiyli qobiqli (110 kV) moy to'latilgan kabel

Kabel turi	Sim kesim yuzasi, mm ²	Kabel tashqi diametri mm	Kabel massasi kg/km	G'altakdagi kabel uzunligi
MNASH _V	150	53,4	4742	1130
	125	54,2	5235	1050
MNASH _{VU}	270	56,2	6259	900
	150	61,4	5455	1130
MNA _b SH _{VU}	625	79,6	12084	60

20-jadval

Yuqori bosimli qog'oz qalinligi turlicha bo'lgan 110-220 kV kuchlanishli kabel

Sim kesim yuzasi,	Tasma kalitligi, mm, izolyasiya qalinligi		
		0,08	0,12

mm ²	110 kV	220 kV	110 kV	220 kV	220 kV	
120	1,7	-	10,7	-	-	-
150	1,8	-	10,0	-	-	-
185	2,0	-	9,3	-	-	-
240	2,2	-	8,5	-	-	-
270	2,4	-	8,1	-	-	-
300	2,4	2,4	8,1	3,5	14,8	-
400	2,8	2,8	7,2	3,5	12,8	
425	3,0	3,0	7,0	3,5	12,6	
500	3,2	3,2	6,6	3,5	11,4	
550	3,4	3,4	6,4	3,5	11,2	
625	3,5	3,5	6,1	3,5	10,5	
700	3,8	3,8	5,8	3,5	10,2	

21-jadval

Shimdirilgan qog‘oz izolyasiyali kabellar ruxsat etish toki

Tok o‘tkazuv simining	Bir sekundli kabellar ruxsat etish toki			
	1-6 kV		10 kV	
	Misli sim	Alyuminiyli	Misli sim	Alyuminiyli

namligining kesim yuzasi mm ²		sim		sim
6	0,77	0,55	0,81	0,53
10	1,29	0,85	1,35	0,89
16	2,06	1,36	2,16	1,42
25	3,21	2,12	3,37	2,23
35	4,5	2,97	4,32	3,12
50	6,43	4,25	6,74	4,45
70	9	5,94	9,43	6,23
95	12,21	8,06	12,8	8,46
120	15,42	10,19	16,17	10,69
150	19,28	12,73	20,21	13,36
185	23,78	15,71	24,93	16,47
240	30,84	20,4	32,34	21,37

22-jadval

Yuklanish tokining atrof-muhit temperaturasi bog‘liqligini xisoblaydigan, tuzatuv koeffitsienti

Kabel	Atrof-muhit temperaturasi bog‘liq koeffitsient qiymati
-------	--

Kuchlanis h kV	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	Havoda yotqazilganda										
1-6	1,2	1,1 7	1,1 3	1,0 9	1,0 7	1	0,9 5	0,9	0,8 5	0,8	0,7 4
10	1,2 4	1,2	1,5	1,1 1	1,0 5	1	0,9 4	0,8 8	0,8 1	0,7 4	0,6 7
	Yerda yotqazilganda										
1-6	1,1 1	1,0 8	1,0 4	1	0,9 6	0,9 2	0,8 8	0,8 5	0,7 8	0,7 3	0,6 8
10	1,1 3	1,0 9	1,0 4	1	0,9 5	0,9	0,8 5	0,8	0,7 4	0,6 7	0,6

Kabelning 800 mm² gacha kesim yuzaga ega tok o'tkazuv simi bir yoki bir necha qatlamli qilib tayyorlanadi. Simning ichki o'rami z –simon simchalardan iborat bo'lgan holda, markazida diametri 12,0 mmdan kam bo'lmagan moy o'tkazuvchi kanal hosil kiladi. Simchalar yon qismi tirqishga ega bo'lib, u yerdan kanaldagi moy izolyasiyaga qarab, yoki aksincha, sirqishi mumkin. Kesim yuzasi 150, 185 mm² li sim bir qatlamli, kesim yuzasi 240, 270, 300 va 400 mm² li sim ikki qatlamli, 500 va 625 mm² li – uch qatlamli qilib tayyorlanadi. Birinchi qatlam 12 ta z – simon simchalardan, qolgani esa segmentli qilib bajariladi.

Markaziy moy o'tkazuvchi kanal spiral yordamida hosil qisilishi mumkin, ustidan esa yumaloq simlar buralib yotkiziladi. Yumaloq simchalar qo'llash odatda sim va umuman kabelni diametrni segmentli

turiga nisbatan birmuncha oshirib yuboradi. Kam qovushoqli MN-3, MN-4 mineral moyi eskirishini oldini olish maqsadida mis sim yuzasi qalay bilan qoplanadi.

Tok o'tkazuvchi sim yuzasiga yotkaziladigan ekran, uning yuzasidagi notekisliklarni tekislab, izolyasiya qalinligi uzra radial elektr maydonini hosil qiladi. Izolyasiya ustidan qoplagan ekran misli tasma yoki qobiq ichki yuzasidagi notekisliklarni bartaraf etib, tasma va izolyasiya oraliqlarida moyli qatlamning vujudga kelishi oldini oladi. Past bosimli kabel markaziy kanaldan moy bilan ta'minlangani sababli kabel temperatura farqi vujudga kelganida moyning izolyasiya qatlami bo'yicha xarakati vujudga keladi. Chala o'tkazgich qog'ozdan iborat ekran adsorbsiya xususiyatiga ega bo'lgani sababli, moy va izolyasiya elektr xossalarini stabilizatsiya qiladi.

Sim yuzasidagi ekran konstruksiyasi quyidagicha: KP – 080 turdagi qalinligi 0,08mmli uchta qog'oz tasma bitta KPDU – 080 turdagi chala o'tkazgichli qog'oz tasma bilan simga qoplanadi. Ekran umumiy qalinligi 0,35 mm ga teng bo'ladi.

Izolyasiya ustidan qoplanadigan ekran quyidagicha: KPD – 120 qog'oz tasmasi izolyasiyaga qoplanadi, ustidan KP – 120 qog'ozli tasma, so'ng qalinligi 0,1 mm li mis tasmasi 3-5 mm oraliqli qilib yotkaziladi. Chala o'tkazgichli ekran 0,5-2,0 mm oraliqli, qo'sh qatlamlisi 2-3 mm oraliqli qilib yotkaziladi.

Kabel izolyasiyasida turli qalinlik va zichlikka ega qog'oz tasmalari qo'llanilib, ularning qalinligi 0,08 va 0,12 mm teng qilib olinadi. Qog'oz tasmalari o'rab yotkazilib MN –3 yoki MN –4 kam qovushoq mineral moy bilan shimdiriladi. Sim yuzasiga odatda yupqaroq tasma qoplanib, u yuqori elektr mustaxkamligiga ega. Izolyasiya tasmalari 0,5-2 mm oraliqli qilib

o‘raladi va bunda tasmaning 1/3 qismi qoplanishi kerak. Izolyasiyada qo‘llaniladigan kabel qog‘ozining elektr mustahkamligi quyidagicha.

23-jadval

Qog‘oz turi	Elektr mustahkamlik kV / mm	
	O‘zgaruvchan 50 Gs	impulsi
KVU, KVMU	32,7	123
KVM, KVS, KVMS	30,5	91

Izolyasiya qalinligining hisobi chastotasi 50 Gs o‘zgaruvchan tokli kuchlanish va impuls kuchlanishlar bo‘yicha aniqlanadi. Bunda aniqlangan katta izolyasiya qalinlik qiymati qabul qilinadi. Turli kesim yuza uchun 110 kV li past bosimli kabelning izolyasiya qalinliklari 11,0-9,6 mmga teng bo‘lib, maksimal elektr maydon kuchlanganligi 8,0 kV/mm dan ortmasligi kerak.

Izolyasiyani turli kimyoviy moddalar hamda nam ta‘siridan muhofaza qilish, uni mexanik shikastlanishdan saqlash bosim ostida ishlashini ta‘minlash maqsadida qoplama yotkaziladi. Past bosimli moy to‘latilgan kabel qo‘rg‘oshin yoki alyuminiy (tekis yoki to‘lqinli) qobiqli tayyorlanadi. Qo‘rg‘oshinli qobiq qalinligi 3,0-3,6 mm, alyuminiyligi –1,9-2,2 mm qilib olinadi.

Qo‘rg‘oshin qobiq ustidan mustaxkamlovchi ikki mis tasmasi (o‘lchami 28x0,2 mm) 2-5 mm tirqishli qilib o‘tkazilib, qobiq va tasmalar orasida ikki PVX tasmasi qoplanadi. Metal qobiqlarni korroziyadan himoya qilish uchun himoya qoplamasi beriladi. U asosan yostiqlar, zirx va tashqi qoplamadan iborat.

Ba'zi tur kabellar ($MNASH_V$, $MNASH_{VU}$) da tashqi qoplamada PVX li shlang qo'llaniladi.

Yuqori bosimli kabellar GOST 16441-48 ga asosan tayyorlanib 110 kV kuchlanishda tok o'tkazuvchi sim kesim yuzasi 120-170 mm², 220 kV –300 –700 m² 300 kV –400 –700 mm², 500 kV –550 –700 mm² qilib olinadi. Kabel konstruktsiya o'lchamlari quyidagi 24-jadvalda keltirilgan.

24-jadval

Kuchlanish kV	Sim kesim yuzasi mm ²	Sim diametri mm	Izolyasiya qalinligi mm	Sirganish simi ustki diametri mm	Tashqi diametri mm	Kabel massasi kg/km
1	2	3	4	5	6	7
110	120	14,1	12,4	45,8	53,0	8621
110	150	15,8	11,8	46,3	53,5	8999
110	185	17,6	11,3	47,1	54,3	9397
110	240	20,0	10,7	48,3	55,5	10073
110	270	21,4	10,5	49,3	56,5	10576
110	300	22,4	10,5	50,3	57,5	11402
110	400	26,1	10	53,0	60,2	12856
110	500	29,1	9,8	55,6	62,8	14233
110	550	30,4	9,8	56,9	64,1	14803
110	625	32,7	9,6	58,8	66,0	16011
110	700	34,4	9,6	60,5	67,7	16983
220	300	22,4	20,7	70,7	79,3	17925
220	400	26,1	19,1	71,2	79,8	18905

220	500	29,1	18,1	72,2	80,8	19978
220	550	30,4	18,1	73,5	82,1	20616
220	625	32,7	17,5	74,6	83,2	21692
220	700	34,4	17,5	76,3	84,9	22711
380	550	30,6	26,0	90,4	98,6	26619
500	625	32,6	30,0	100,2	109,4	30460

Yuqori bosimli kabel tok o'tkazuvchi simli yumaloq ruxlanmagan diametri 2-3 mmli simchalardan tashkil topgan. Sim kesimi 120-270 mm² to'rt qavatli, 300-400 mm² besh qavatli, 500-700 mm² olti qavatli qilib tayyorlangan.

Sim ustidan ekran qoplanib, u sim yuzasidagi notekisliklarni tekislab, izolyasiya bo'yicha radiol elektr maydoni shakllantirib beradi.

Izolyasiya ustidan beriladigan ekran misli tasma ichki yuzasidagi notekislikni tekislaydi, izolyasiya va mis tasma oralig'idagi moy qatlamini bortaraf etadi, izolyasiya bo'yicha radiol elektr maydon xosil qiladi. Sim ustidan ekran qalinligi 0,08 mm li uch chala o'tkazuvchi (yoki qalinligi 0,12 mm ikkita) tasma qo'llaniladi, bunda bir tasma qalinligi 0,08 mmli ikki rangli qog'ozdan iborat. Izolyasiya ustidagi ekran bitta ikki rangli qog'oz, bitta kalinligi 0,12 mm chala o'tkazuvchi tasma (110-220 kV kabel uchun) yoki uchta shunday tasma 330-500 kV li kabel uchun, bir chala o'tkazgichli metallashtirilgan qalinligi 0,14 mm li teshilgan tasma yotkaziladi. Kabel izolyasiyasi turli qalinlik va zichlikka ega qog'ozdan tashkil topib 0,08 va 0,12 mm li qog'oz 110 kV li kabellarda, 0,08; 0,12; 0,17 mm qalinlikdagilari esa 220-500 kVli kabellarda qo'llaniladi.

Tasma o‘ram usulida yotkazilib, s-220 moyi shimdiriladi. Simga yaqin izolyasiyada eng yupqa qog‘oz tasmalari qo‘llanilib, qalnlari pog‘onama-pog‘ona oshirib boriladi. Izolyasiya tasmalari 0,5-2,0 oraliqli qilib yotkazilib qoplanish tasmani 1/3 qismini tashkil etadi.

Izolyasiya qalinligi xisobida o‘zgaruvchan kuchlanish bo‘yicha 110-220 kV li kabellarda maksimal elektr maydon kuchlanganligi $8,0 \div 9,0$ mv/m, 330-500 kV li kabellarda esa u 15,0 mv/m olinadi.

Izolyasiya ekрани ustni qismiga ikki yarim doira shakli nomagnit sirpanuvchan sim (misli kalaylangan sim) 2,5x5,0 mm yotkazilib, u kabelni quvurga tortib kiritiyotganda izolyasiyani shikastlanishidan saqlaydi. Simlar kabel fazalari oralig‘ida tirqish xosil qilib, moy aylanishi natijasida kabel sovutiladi.

Transportirovka paytida izolyasiyani namlanishidan saqlash uchun sirpanuvchi sim ustidan vaqtincha qo‘rg‘oshinli qobiq yotqazilib, u kabel quvurga kiritilayotgan paytida olib tashlanadi.

Kabelni saqlash va transportirovka qilish uchun, germetik korpusga ega maxsus konteynerlardan foydalaniladi. Ushbu konteyner ichiga g‘altakdagi kabel joylashtirilib, u quritiladi, izolyasiyasi shimdiriladi va bosim ostidagi moyda sinalib, kabel tarmog‘i quvurga yotqaziladi.

8.YAXLIT POLIETILEN IZOLYASIYALI KOAKSIAL KABELLAR.

RK-50, RK-75 turli kabel uzunliklari 50, 100 ba'zilar 200, 600 m qilib tayyorlanib, qisqalari esa -5-25 m olinadi. Ular bir tolali mis simga qalaylangan, kumushlangan mis simga, bimetalli ichki o'tkazgichga ega. Katta o'lchamli kabel simi ko'p tolali (7, 13, 19, 37, 49) tayyorlaniladi. Sim yuzasiga PE izolyasiya yotkaziladi. Kabel tashqi simi misdan to'qib (misdan) yotqiziladi. Elektr parametrlarini yaxshilash uchun kabel tashqi simi 2-3 qatlamli tayyorlaniladi. Uning ustiga qobiqli yotqiziladi. PE qobikdi kabel ruhsat temperaturasi -85°S . Kabel hizmat muddati 12 yil.

8.1. Yarimhavo polietilen izolyasiyali koaksial kabel.

Kabel bir tolali mis yoki uning qoplamaligidan tayyorlanadi. Mexanik mustahkamlikni ta'minlash uchun ba'zilar mis-po'lat simli tayyorlaniladi. Ko'pincha ichki simga PE kordel o'ralib, unga PE naycha yotqiziladi. Ba'zi kabel ichki simiga gelikond-PE to'g'riburchakli tolasi yotqizilib, unga PE naycha yotqiziladi.

Kabel tashqi o'tkazgichida 1-2 qatlamli mis tolali ($\varnothing=0.08-0.2\text{mm}$) to'qima yotqiziladi. Katta o'lchamli kabellarda to'g'ri burchakli mis sim ($0.3-0.5\text{mm}$) RK-75-13-32, RK150-7-31 o'ralib, ustidan misli tasma ($\Delta=0.1-0.2\text{mm}$)-ekran o'raladi. Ko'p kabel PE qobikli qilib chiqariladi. Yarim havoli PE izolyasiyali kabel to'lqin qarshiligi 50 Om da sigim 102 pF/m, 75 Om da-52-70 pF/m, 100 Om da -41 pF/m, 150 Om da-27 pF/m. Kabel $-60-+85^{\circ}\text{S}$ da ishlatiladi.

Yarimhavo ftoroplast izolyapiyali koaksial kabel simi bir, 7, 9 tolali mis, bronza asosida tayyorlaniladi. Izolyasiya F4D, F4MB kordelidan iborat bo'lib, u mis sim ustiga spiral holda yotqizilgan. So'ng F4 tasma

yoki F4MB naycha yotqiziladi. Uning ustidan bir-ikki qatlamli to‘qima yotqiziladi. Kabel to‘lqin qarshiligi 50, 75, 100 Om ga teng.

8.2.Past chastotali polietilen izolyasiyali simmetrik kabellar.

Bu turdagi kabellar g‘ovak PE izolyasiyaga ega, sim diametrli 0.9; 1.2 mm izolyasiya PE qalinligi 0.5-0.6 mm simlar to‘rtlikka o‘raladi, ustidan to‘qima yoki tasma qoplanadi.

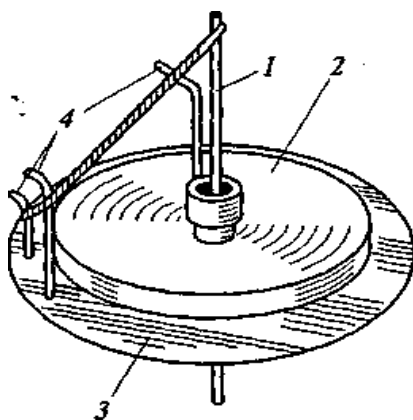
Izolyasiya turli rangga ega. To‘rtlik ustidan 6-8 qatlam qog‘oz- kabel tasma o‘raladi, so‘ng alyuminiy qobiq va himoya qatlami beriladi. To‘rtliklar 4, 7, 14, 19, ... 114 gacha bo‘ladi. Kabel 850 m uzunlikda bajariladi. TZPAB_P, TZPAB_PG, TZPAB_PSH_P, TZPAK_PSH_P, TZPA_USH_P, TZPASH_P turda diametrli 0.9; 1.2 mm da ishlab chiqiladi. Kabel xizmat^ muddati 20 yil.

8.3.Kabel izolyatsiyasi.

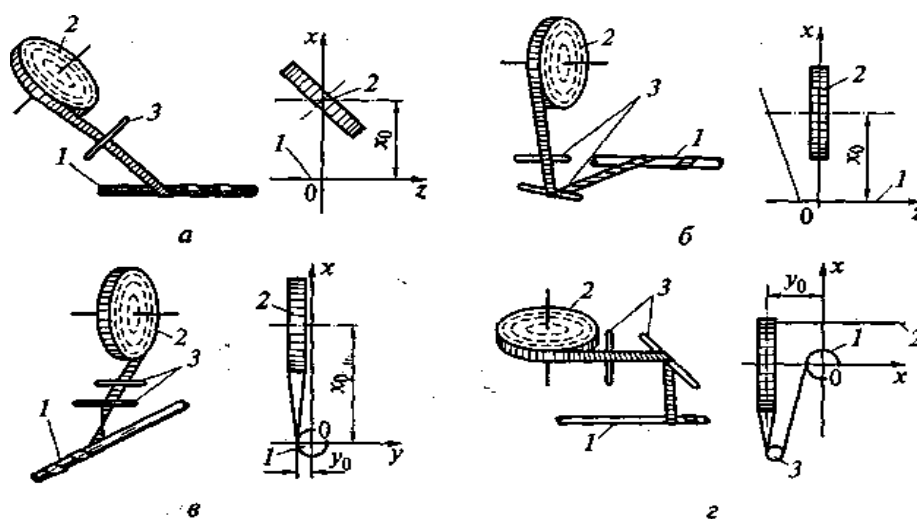
Kabel turiga bog‘liq holda kuchli kabel izolyatsiyasi kabel qog‘ozi o‘rash, rezina izolyatsiyasini vulkonlash usuli, polietilen va polivinilxlorid plastikatini bosimli mashina (ekstruder) erdami asosida tayyorlanadi.

Kabel izolyatsiyasida qo‘llanadigan kabel qog‘ozi oqlanmagan sulfatli tsellyulozadan tashkil topib, u mineral moy va kanifolli tarkib yoki sintetik moy bilan shimdirilib to‘yintiriladi. Quyidagi 15-rasmda kabel tok o‘tkazish simlariga qog‘oz izolyatsiya uraydigan texnologik jarayoni kinematikasi keltirilgan. 16-rasmda tasma qog‘oz izolyatsiyasini yo‘naltiruvchi moslamalari keltirilgan. Bir va uch simli kabel qog‘oz izolyatsiyasining nominal qalinligi kuchlanish miqdori, sim kesim yuzasi, belbog‘ yoki faza izolyatsiyasi hamda shimdiruvchan tarkibga bog‘liq

holda o'zgaradi. Quyidagi 25-jadvalda kuchli kabel qog'oz izolyatsiyasining qalinligi keltirilgan.



15- rasm. Markaziy o'ragich: 1- o'ralayotgan maxsulot; 2- tasma o'rami yoki ipli baraban (simli); 3- o'ragich diski; 4- yo'naltiruvchi barmoqlar.



16- rasm. Qog'oz izolyatsiyasini yo'naltiruvchi moslamalari: a – oddiy; b – yassi; v – tangentsiali; g – yarim tangentsiali; 1 – o'ralayotgan maxsulot; 2 – tasma o'rami yoki ipli babina (simli); 3 – yo'naltiruvchi barmoqlar.

Kuchli kabel qog‘oz izolyatsiyasining qalinligi

Nominal kuchlanish, kV	Sim kesim yuzasi, mm^2	Nominal qalinlik, mm	
		Faza izolyatsiyasi	Belbog‘ izolyatsiyasi
1	6–95	0,75	0,5
	120–150	0,85	0,6
	185–240	0,95	0,6
3	6–240	1,35	0,7
6	10–240	2,0	0,95
6*	16–120	2,75	1,25
6**	25–185	2,35	1,15
10	16–240	2,75	1,25

* - shimdirib moysizlantirilgan izolyatsiyali kabel.

** - moyi oqmaydigan izolyatsiyali kabel.

Moyi oqmaydigan kabel qog‘oz izolyatsiyasining qalinligi 26- jadvalda keltirilgan.

Moyi oqmaydigan kabel qog‘oz izolyatsiyasining qalinligi

Nominal kuchlanish, kV	Sim kesim yuzasi, mm^2	Nominal qalinlik, mm	
		Faza izolyatsiyasi	Belbog‘ izolyatsiyasi
6	25–185	2,35	1,15
10	25–185	3,0	1,40
35	120–300	12,00	–

Plastmassa izolyatsiyali kabel uzluksiz qatlama ega bo'lgan holda polivinilxlorid plastikati (GOST 5960–72) yoki polietilen kompozitsiyasi (GOST 16336–77) asosida tayyorlaniladi.

Quyidagi 27-jadvalda plastmassa izolyatsiyali kabel faza izolyatsiyasining qalinligi keltirilgan.

27-jadval

Plastmassa izolyatsiyali kabel faza izolyatsiyasining qalinligi

Kuchlanish kV	Sim kesim yuzasi, mm^2	Izolyatsiya nominal qalinligi, mm	
		Polietilen, so'navchan polietilen, polivinilxlorid plastikat	Vulkanlangan polietilen
0,66	16–50	0,9–1,30	0,7–1,0
1	16–95	1,0–1,5	0,7–1,1
	120–150	1,5–1,6	1,2–1,4
	185–240	1,7–1,9	1,6–1,7
3	16–240	2,2	2
6	16–240	3,4	3
10	16–240	-	4,0

Quyidagi 28- jadvalda kuchli kabel rezina izolyatsiyasining qalinligi keltirilgan.

28-jadval

Rezina izolyatsiyasining qalinligi

Sim nominal kesim yuzasi, mm^2	Nominal kuchlanishi kV da, nominal qalinligi mm da			
	0,6 o'zgaruvchan, o'zgarmas	O'zgarmas tok		
		3	6	10
1–70	1,0–1,6	1,8–2,4	2,0–2,4	–
95–150	1,8–2,0	2,6–2,8	3,6	–
185–240	2,2–2,4	2,8–3,0	3,6–3,8	–
300–500	–	2,4–3,8	3,8–4,0	5,0

Kuchlanishi 10 kV gacha bo‘lgan kuchli kabel izolyatsiyasida K – 80, K – 120 (K – 170) navli kabel qog‘ozi ishlatiladi (GOST 23886–83). Kabel simi yuzasiga yotkaziladigan izolyatsiyaga faza izolyatsiyasi deyiladi. Izolyatsiyalangan sim oralari to‘ldirgichda to‘latilib, buralgan holda ustiga yotkaziladigan izolyatsiyaga belbog‘ izolyatsiyasi deyiladi.

Past bosimli yuqori kuchlanishli kabel izolyatsiyasi turli qalinlik va zichlikka ega, qalinligi 0,08 va 0,12 mm ga teng kabel qog‘ozi tasmaidan iborat bo‘lib, ushbu qog‘oz tasmalar sim ustiga o‘ralgandan so‘ng MN –3 yoki MN – 4 navli mineral moyi bilan shimdiriladi. Sim ustidan katta elektr mustahkamlikka ega, yupqa zich qog‘oz izolyatsiyasi yotkaziladi. Bundan tashqari, yupqa qog‘ozni qo‘llash eng kam moy qatlami sodir etadi va shu bilan birga yuqori elektr mustahkamligiga ega izolyatsiya vujudga keltiriladi.

Izolyatsiya tasmalari 0,5 – 2,0 mm oraliqli qilib yotkazilishi, yondosh fazalarni kabel bukilishi chog‘ida siljish mobaynida qirralari ezilishini oldini oladi.

Izolyatsiyada yotkaziladigan qog‘oz elektr mustahkamligi quyidagi qiymatlarga ega.

Qog‘oz navi	Elektr mustahkamlik, kV	
	o‘zgaruvchan 50 Hz	impulsi
KV, KVMU, KVU	327	1230
KVS, KVMS	305	910

Izolyatsiya qalinligining hisobi chastotasi 50 Hz o‘zgaruvchan tok va impuls kuchlanishlari bo‘yicha olinadi. Bunda izolyatsiya qalinligining yuqori qiymati qabul qilinadi. Kuchlanishi 110 – 220 kVli kabel izolyatsiya qalinligi 11,0 – 22,5 mm, elektr maydonining maksimal kuchlanganlik qiymati 80 kV/sm olinadi. Bunda zichlangan qog‘oz qatlami qalinligi 3,5 –

2,5 mm ni, zichlanmagan qismining qalinligi esa 6,1 – 8,5 mm ni tashkil etadi. Rezina izolyatsiya egiluvchan, kislorod va yorug‘lik ta‘sirida tez eskiradigan, ishchi haroratsining pastligi bunday izolyatsiyani keng miqyosda qo‘llanilishini cheklaydi. Izolyatsiyada qo‘llaniladigan rezina sintetik yoki tabiiy kauchuk asosida tayyorlanadi. Sim yuzasiga qoplangan xom rezina qizitilganda va vulkanlanishi orqali kerakli sifatga ega bo‘lgan rezina olinadi. Kabel izolyatsiyasida RTI – 1, RGPK va boshqa turdagi rezinalar qo‘llaniladi.

Plastmassa izolyatsiyali kabellar ko‘proq qo‘llanishga ega bo‘lmoqda. Bunga misol tariqasida polivinilxlorid plastikati, polietilen, polietilenning maxsus kompozitsiyalari va boshqa sintetik materiallarni keltirish mumkin. Kabel plastmassa izolyatsiyasi va qobig‘i (0,66 – 6 kV) ishlab chiqarilish va sinovidan bo‘lgan umumiy talab GOST 23296–78da keltirilgan.

Kuchlanishi 0,66 – 6 kV kabellarning izolyatsiya materiallari sifatida eng ko‘p qo‘llanilayotganlarga polivinilxlorid plastikati, termoplastik va vulkanlangan polietilen, kuchlanishi – 10, 35 kV kabellarda vulkanlangan polietilen kiradi.

Kuchli kabel izolyatsiyasi va qobig‘ida ishlatiladigan polivinilxlorid plastikati – polivinilxlorid, plastifikator, stabilizator, to‘ldirgich va boshqa tarkiblardan tashkil topadi. Izolyatsion plastikat yuqori elektr xarakteristikaga ega. Ushbu xususiyat kabel qobig‘ida qo‘llaniladigan plastikatlarda ancha past bo‘lsa ham, lekin ular yuqori mexanik xarakteristikaga va yuqori yorig‘likka bardoshlilik bilan ajralib turadi. Bunday hossa plastifikator retsepturasiga oshirilgan miqdorda kiritilgan plastifikator, stabilizator va yorug‘likka bardoshlilikni ta‘minlaydigan maxsus elementlar bilan asoslanadi.

Polivinilxlorid plastikati (PVX) kimyoviy aktiv muhit ta'siriga yuqori darajada bardoshligi bilan ajralib turadi. U yuqori haroratga, ko'pgina kislota, ishqor va organik erituvchilar ta'siriga chidamlidir.

Kabel izolyatsiyasi va qobig'ida qo'llaniladigan polivinilxlorid plastikating ko'pgina turlari azot kislotasi, benzin, kerosin, neft moylari ta'siriga bardoshlidir. PVX plastikatni tarkibida ftor, vodorod, kislorod, azot, xlor, hamda ishqor va tuzlar ta'sir etmaydi. Bu esa izolyatsiyasi va qobig'i polivinilxlorid plastikati asosida bo'lgan kuchli kabellarni agressiv muhitli havo, er va boshqa sharoitlarda yaxshi ekspluatatsiyasini ta'min etadi. Shu bilan bir qatorda polivinilxlorid plastikati dixloretan, benzol, ba'zi organik erituvchi va spirtlarga chidamliligini ta'minlaydi.

Sanoatda keng miqyosda qo'llaniladigan polivinilxlorid plastikati izolyatsiya va qobig'iga ega kuchli kabelning eng asosiy xususiyati olovga bardoshliligi bo'lib, sinov paytida alanga olib tashlaganidan so'ng, kabelning o'z-o'zidan so'nishi hisoblanadi. Bunday xususiyatga ega polivinilxlorid plastikat izolyatsiyali va shlangli kabellarda alanga tarqalmaydi.

Demak, asosiy ko'rsatkich – alanga olib tashlanganda so'nish vaqtining davomatidir. So'ngi ma'lumotlarga asosan materiallar yonuvchanligi kislorod indeksi va solishtirma yonish issiqligi ko'rsatkichlari bilan ifodalanadi.

Quyidagi 29-jadvalda sintetik materiallar yonuvchanlik ko'rsatkichlarining asosiy xarakteristikalarini keltirilgan.

Sintetik materiallar yonuvchanlik ko'rsatkichi

Material	Yonuvchanlik ko'rsatkichi	
	Kislorodli indeks %	Solishtirma yonish issiqligi, mm/kg
Polietilen	16–18	46,5
So'navchan polietilen	25–27	46,6
Polivinilxlorid (qatroni)	45	20
Polivinilxlorid plastikat	23–27	22,6
Xloropren kauchukli rezina	22–25	29
Ftoroplast	95	4,5

Kabel izolyatsiyasi va qobig'i uchun GOST 16336–77 bo'yicha yuqori bosimli polietilen kompozitsiyasi qo'llaniladi.

O'zining yuqori elektr izolyatsion va mexanik xarakteristikasi bo'yicha polietilen barcha klass kuchlanishli kabel izolyatsiyasida qo'llanilishi mumkin. Lekin qisqa tutashuv paytida polietilenning nisbatan past issiqlikka bardoshligi, uning asosidagi kabellarni keng miqyosda qo'llanilishini cheklaydi. Shu bilan bir qatorda polietilen yuqori darajali radiatsion bardoshlikka egaligi, uni radiatsion nurlanish sharoitida ishlaydigan kabel izolyatsiya va qobig'ida qo'llash imkonini beradi. Vulkanlangan polietilen tarkibidagi ko'ndalang molekuloaro bog'lanish tufayli yuqori darajali issiqa bardoshlikka ega. Uni izolyatsiyada qo'llash kabel simning ish haroratsini 90°gacha ko'tarish, yuqori ruxsat etilgan haroratni 250°Cga oshirish imkonini yaratadi.

Kabel tayyorlanish jarayonida, uning qobig'i asosida, izolyatsiya sirtida yoki belbog' izolyatsiya ostida maxsus bildiruv tasmasi yoki plastmassa

(rezina) qobig'ining har 300 mm da ishlab chiqaruvchi korxonasining farqlanuv indeksi va kabel ishlab chikarilgan yili bosiladi.

Ko'p fazali kabel izolyatsiyalangan simlarini farqlanishda ranglar yoki noldan boshlanuvchi raqamlardan foydalaniladi. Raqamli belgilashda izolyatsiya yuzasi yoki yuqori tasmaga har 35 mm da 1 raqami, ikkinchisiga –2, uchinchisiga –3, to'rtinchisiga –4 raqamlari bosiladi.

Birinchi raqam oq yoki sariq rang, 2 – ko'k yoki moviy, 3 – qizil yoki malinasimon, 4 – qora ranglar bilan belgilanadi.

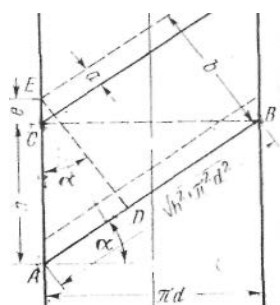
Sim kesimi bir xil plastmassa izolyatsiyali kabelning nolli simi havo rang, rezina izolyatsiyasi istalgan rangda bo'lishi mumkin.

Erlanadigan sim izolyatsiya o'z rangi bilan boshqalaridan farqlanadi. U ikki xil rangli yoki "o" raqam bilan belgilanadi.

9. QUUVATLI KABEL IZOLYASIYALASH ASOSI VA TEXNOLOGIYASI.

Tok o'tkazuvchi sim yoki o'ralgan kabelga qog'oz izolyasiyasi tasma o'rami holida yotqiziladi. Uch hil o'rash mavjud: taqab, koplab va oralikli qilib.asosiy usulga oraliqli(1-2mm) qabul qilingan.

Oraliqli qilib qog'oz tasmasi yotqizilsa,



$$b/(h-e) = \pi d / \sqrt{h^2 + \pi^2 d^2}$$

$$b = \pi d (h \pm l) / \sqrt{h^2 + \pi^2 d^2} = h(1 \pm k) \cos \alpha$$

бунда $e = kh$; $\cos \alpha = b / (h \pm l)$ ёки

$$b = \pi d (1 \pm k) \sin \alpha; \quad \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\pi d}; \quad h = \pi d \operatorname{tg} \alpha.$$

Ishora (-) tasma qoplanadigan holati uchun.

Yumaloq yoki sektorli sim izolyasiyalanishida 1-10 kV li kabellarda tasma 6-28mm kenglikda, tasma yotqizish burchagi α 35°gacha olinadi. U=20-

35kV kabel uchun $\alpha \approx 15-20^\circ$ tasma eni 12-22mm kenglikda olinadi. Belbog' izolyasiyasida enliroq qog'oz tasmalari olinadi. Izolyasiya yotqizilishida qatlamlardagi oraliqlar mos tushmasligi kerak.

Izolyasiyalangan sim buralish qadami ancha katta olinadi. Kabel o'ralishi faqat chap yo'nalishda amalga oshiriladi, aks holda mufta o'ralishida kabel buralib ketishi mumkin.

Tasmani o'rab yotqizish kabel va sim tayyorlashda keng qo'llaniladi. Izolyasiya turiga qarab tasma-va ip o'rash mashinalari qog'ozli yoki pardali izolyasiya yotqiziladigan, ip yotqiziladigan, shisha tolali yoki boshqa issiqqa chidamli material laqda yopishtiradigan turlariga bo'linadi. O'rash mashinasi asosiy qismi o'ratgich hisoblanib, u ekssentrik va markazli turlariga bo'linadi.

Ekssentrik o'ragichda g'altak o'qi izolyasiyalanadigan sim o'qiga mos emas. Bu o'ragichlar keng tarqalgan va oddiy, yassi, tangensial va yarim tangensial turlariga bo'linadi. Oddiy o'ragichda g'altak tekisligi izolyasiyalanadigan simga ma'lum burchak ostida joylashgan. Yassi o'ragichda g'altak o'qi parallel bo'lib, tasmaning kerakli yo'nalishi juft barmoqlarda o'rnatiladi. Tangensial o'ragichlarda g'altak o'qiga perpendikulyar, yo'naltiruvchi barmoklar tasmani ma'lum burchakga o'rnatadi.

Markaziy o'ragichlarda izolyasiyalanadigan sim o'qi o'ragich o'qiga mos, bu aylanish davriy tezligini oshiradi.

Tok o'tkazgichga qog'oz izolyasiyali tasma spiral bo'yicha yotqizilib, tasma orasidagi oraliq keyingi qator tasmalari bilan qoplanadi. Ko'p qatlamli qog'oz izolyasiya tasmalar oraliqli qilib joylashtiriladi. Kabel kuchlanishi ortgani sari yotqiziladigan tasma soni ham ko'p bo'ladi.

Kuchlanishi 110 kV va yuqori kabellarda tangensial o'ragichlar qo'llanilib, aylanish chastotasi 300-450 ayl/min, chiziqli tezligi 8-12 m/min, izolyasiyalash burchagi 7-15°.

Yuqaroq qatlam izolyasiyali kabel simini izolyasiyalashda yarim tangensial va boshqa o'ragichlar qo'llanilib, ular etarli zichlik va o'ram sifatini ta'minlaydi, aylanish chastotasini 500-600 ayl/min, chizikli tezlikni 10-20 m/min gacha oshiriladi.

Kuchlanishi 1-10kV yumaloq va sektorli sim izolyasiyasida eni 6-28mm li qog'oz tasmasi qo'llanilib, yotqizish burchagi $\alpha \leq 35^\circ$ gacha yotqiziladi. Kuchlanishi 20-35kV li kabelda yotqizish burchagi 15-20°, qogoz tasma eni 12-22 mm qilib olinadi.

Qog'oz tasma yotqizish katakli va kallakli izolyasiyalash mashinalarida bajariladi. Kam kesim yuzali simlar izolyasiyalashda vertikal mashina qo'llaniladi.

Simmetrik telefon kabellariga naysimon-qog'oz, kordel-qog'oz va kordel-plastmassa izolyasiyani yotqizish markaziy o'ragichli vertikal mashinada spiralli o'rab amalga oshiriladi. Markazi o'ragich tasma yo'naltiruvchi barmoqqa ega, aylanish tezligi 3500-4000 ayl/min ga etadi.

Kordel qog'oz va kordel-polistirol izolyasiya olish uchun mashinada markaziy kordellagich mavjud. Avvaliga simga ochiq spiral holda kordel, so'ng qog'ozli yoki polistirolli tasma yotqiziladi. bunda polistirolli kordel 65-70°C gacha kamerada qizdiriladi.

Izolyasiyalangan simni kabelda o'rash, unga katta egiluvchanlik ta'minladi, yana kabel qobiq va zirxida elektr energiya isrofi kamayadi. Birsimli kabeldan o'zgaruvchan tok o'tkazilsa, sim transformator birlamchi cho'lg'amini hosil etgandek, qo'rg'oshin yoki qobiq ikkilamchi

cho'lg'amini hosil etadi. Qobiq kabel uchida biriktirilib erlansa unda katta qiymatli EYUK(50-200 V/Km) sodir bo'ladi. Qobiq ikki uchidan ulanib erlansa undan 20-80% gacha o'tadigan tok o'tib, qo'shimcha isrof keltirib chiqaradi.

Po'lat zirx qoplash magnit oqim ortishiga, qobiq va zirxda uyurma tok isrofini keltirib chiqaradi. tasmali zirxdagi isrof simdagiga qaraganda ancha yuqori bo'ladi.

Quvvatli kabel izolyasiyalangan simini o'rashda va belbog' izolyasiya yotqizishda diskli mashinalar qo'llaniladi. Mashina aylanish qismi o'qdan iborat, unda katta ($D_1 \approx 2.5-4.0m$) va kichik ($D_2 \approx 0.5-2.0m$) disklar o'rnatilgan, disklarda g'altaklar joylashgan. Disklar orasida lyulka joylanib, unga izolyasiyalangan simli g'altaklar o'rnatiladi. Simlarni o'rashda shesternya planetar sistemasi qo'llaniladi. Kabelni yumaloqlash uchun izolyasiyalangan simlar orasida qog'oz buramali chilvir qo'llaniladi. O'rash kalibrda bajarilib, so'ng o'ram siqiladi, keyin qog'oz o'ragichda o'ramga belbog' izolyasiya yotqiziladi. Bunda K-120, KM-120, Kabel-170 va KM-170 qog'ozlari qo'llaniladi.

Izolyasiyalangan sim buralishi o'ng yo'nalishda amalga oshiriladi. O'ralish qadami kabellarda quyidagicha olinadi:

Yumaloq simli 1-10 kV m kabellarda -(25-60)

Sektor simli kuchlanishi 1 va ZkV -(50-80)

6 va 10kV -(65-90)

sektorli 6-10kVli (dastlab burab quritilgan) -(50-80) Simlari izolyasiyalangan bir hil diametrli ko'p simli kabel buralishi to'g'ri burash qoni bo'yicha bajariladi. Turli kesim yuzali shaxta va h. kabellarida aralash

o‘rash qo‘llaniladi. Yumaloq simli kabel olish uchun o‘ralish rezinali o‘zak atrofida bajarilib, sim oraliklari tolasimon materiallarda to‘latiladi.

Rezina va plastmassa izolyasiyali ko‘psimli kabel o‘ralishi ko‘p katakli mashinalarda, kichikroq kesimlilari-tezkor sigara romli gorizontal va vertikal mashinalarida bajariladi. Sigara va romli mashinalar izolyasiyalangan sim burashda qo‘llanilishi ish unumdorligini oshiradi. Aloqa kabeli izolyasiyalangan simlari daslab juftlik, to‘rtlik so‘ng kabelga o‘raladi. Juft to‘rtli o‘rash to‘g‘ri o‘rash va dastakli bo‘rash qonuni bo‘yicha bajariladi.

Yerli va uzoq aloqa kabeli elektr ko‘rsatkichlariga qarab texnologik qurilmalar (uskunalar) tanlanadi. Qiziqarlisi, zamonaviy turli yo‘nalishda izolyasiyalangan simlarni o‘raydigan to‘rtlik, bir yo‘nalishli to‘rtlikni kabel yoki dastakka o‘raydigan mashinadir. To‘rtlik turli qadamda ham bajariladi. Bu turli chastotada aylanadigan yigichlarda amalga oshiriladi.

To‘rtliklarni kabelga burash katakli mashinalarda to‘g‘ri o‘ralish qonunida amalga oshiriladi.

Qog‘oz izolyasiya quritish va shimdirilishi quvvatli kabel qog‘oz izolyasiyasini quritish va shimdirish uning dielektrik hususiyatini yaxshilaydi. Shimdirilmagan kabel qog‘ozi elektr mustaxkamligi 3-5, shimdirilgani 40-80kV/mm. Shimdirilgan qog‘ozda namlik ortsa unda $\text{tg}\delta$ va ϵ qiymatlari yomonlashadi.

Normal holatdagi havoda kabel 6-9% namga ega bo‘lib, quritilganida 0.1-0.3% gacha pasayadi.

Kuchlanishi 1-10kVli quvvatli va nazorat kabellarini shimdirishda MP-1 tur moy-kanifol tarkibi qo‘llanilib, 20-35kV kabel va axborot-blokirovka kabellarida qovushoqroq MP-2 tarkib ishlatiladi. kinematik qovushqoqlik

MP-1 da $(1.3-1.5) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$; MP-2 da $(1.6-1.8) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. tarkib solishtirma qarshiliklari 100°C da $5 \cdot 10^9 \text{ Ohm}\cdot\text{m}$ dan yuqori, elektr mustahkamlik 100°C da $150 \text{ kV}/\text{mm}$. Tarkibdagi kanifol uning adsorbsiya hususiyatini yaxshilaydi va vodorod yutish hususiyatini beradi.

Kuchlanishi 1-35kV kabel shimdirilishi bir necha bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda kabel simidan o'zgaras $1.5-2 \text{ A}/\text{mm}^2$ zichlikda tok o'tkazib qizitiladi. Bu jarayon qozon ichida bajarilib uning sirti bug'da qizitiladi. Harorat $120-135^\circ\text{C}$ ga etganida vakuumli quritishga o'tiladi. Vakuumli quritishda tok uziladi, ma'lum vaqtdan so'ng 130°S da qozonga shimdiruvchi tarkib beriladi. Turli kuchlanishdagi kabel vakuumda quritilishi quyidagicha bajariladi:

1-3 kV	t=1soat	qoldiq bosim	$4.5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
6 kV	t=3soat	qoldiq bosim	$3.0 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
10 kV	t=4soat	qoldiq bosim	$1.5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
20 kV	t=21soat	qoldiq bosim	$3.0 \cdot 10^2 \text{ Pa}$
35 kV	t=30soat	qoldiq bosim	$3.0 \cdot 10^2 \text{ Pa}$

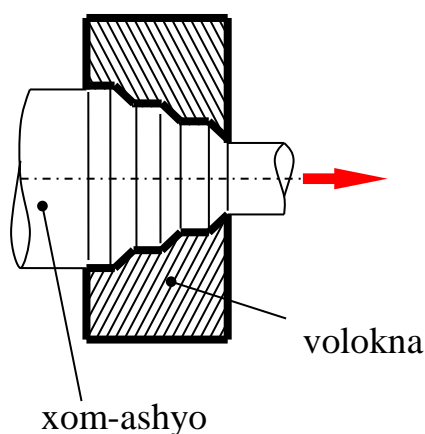
Shimdiruvchi tarkib kabelli korzina satxidan baland bo'lishi kerak, shimdirish tugallangani massa ustida ko'pik yo'qolishi bilan aniqlanadi. Massa sovushini tezlatish uchun tarkib sovutgichdan o'tkaziladi.

Kabel $50-70^\circ\text{C}$ gacha sovutilganida, u qo'rg'oshinli yoki alyuminiyli pressga qoplama berish uchun yuboriladi. Kabel quritish va shimdirish jarayonida bosim temperatura va rejim davomati tekshiriladi. Yuqori kuchlanishli kabel shimdirishda S-220 turli gazzizlangan moy qo'llaniladi. Ish mobaynida S-220 moyi gaz ajratadi.

9.1. Kabel tok o'tkazish simlarini tayyorlash texnologiyasi.

Qog'oz va plastmassa izolyatsiyali, kuchlanishi 1 – 35 kVli bo'lgan kuchli kabellarning tok o'tkazuvchan simi mis va aluminiydan iborat bo'lib, ularning ko'pchiligida aluminiyli sim qo'llaniladi. 17- rasmda kabel tok o'tkazish simini cho'zish kinematik chizmasi keltirilgan.

Cho'zish moslamasi turlari: 1 – olmosli; 2 – su'niy olmosli; 3 – qattiq eritilgan; 4 – yarim kristall, su'niy olmosli.



17-rasm. Simni cho'zish kinematik chizmasi.

Kabel bir va ko'p simli bo'lib, ular kesim yuzasi bo'yicha meyorlangan. Tok o'tkazuvchan simning shakli yumaloq yoki boshqa shakllarda (sektor, segment va hakoza) tayyorlaniladi. Ushbu simlar yaxlit bir simli yoki ko'p tolali simlardan tashkil topgan bo'ladi. Uch va to'rt simli kabellar xil kesim yuzali yoki simlardan biri kichik kesim yuzali bo'lishi mumkin (30,31-jadvallar).

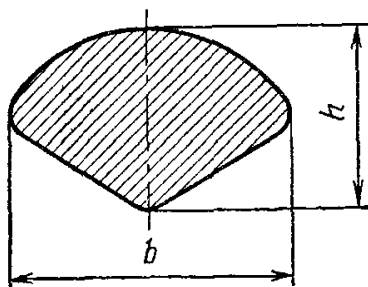
Mis va aluminiy simlari tolalarining minimal soni quyidagi 30-jadvalda keltirilgan.

Mis va aluminiy simlari tolalarining minimal soni

Sim nominal kesim yuzasi, mm^2	Yumaloq yoki fasonli sim		Yumaloq sim				Fasonli sim	
	misli	Alyu Miniy li	Zichlanmagan		Zichlangan		misli	alyumi-niyli
			misli	alyumi-niyli	misli	alyumi-niyli		
10	1	1	7	7	6	-	-	-
16	1	1	7	7	6	6	-	-
25	1	1	7	7	6	6	6	6
35	1	1	7	7	6	6	6	6
50	1	1	19	19	6	6	6	6
70	1	1	19	19	12	12	12	12
95	1	1	19	19	15	15	15	15
120	1	1	37	37	18	15	18	15
150	1	1	37	37	18	15	18	15
185	35	1	37	37	30	30	30	30
240	35	1	61	61	34	30	34	30

Ko'pgina holatlarda kuchlanishi 1 – 10 kV qog'oz va plastmassa izolyatsiyali kabellar bir yoki ko'p tolali sektor shaklli aluminiy simli qilib tayyorlanadi. Tok o'tkazuvchi sim nominal kesim yuzasi GOST 24183–80 ga asosan 1; 1,5; 2,5; 4; 6; 10; 16; 25; 35; 50; 70; 95; 120; 150; 185; 240; 300; 400; 500; 625; 800; 1000 mm^2 olinib, ko'p fazali simning kesim

yuzasi 300 mm² gacha olinadi. 18- rasmda sektor shaklli aluminiy simining kesim yuzasi keltirilgan.



18- rasm. Sektor shaklli aluminiy simining kesim yuzasi: h – sektor balandligi (bo‘yi); b – sektor eni.

31-jadval

Kuchlanishi 1-10 kV bo‘lgan kabel simining kesim yuzasi

Kabel va sim konstruktsiyasi	Quyidagi kesim yuzali simlarda h/v nisbati, mm.							
	35	50	70	95	120	150	185	240
Bir tolali uch simli 1 – 10 kV	<u>5,5</u>	<u>6,4</u>	<u>7,6</u>	<u>9</u>	<u>10,1</u>	<u>11,3</u>	<u>12,5</u>	<u>14,4</u>
	9,2	10,5	12,5	15	16,6	18,4	20,7	23,8
Ko‘p tolali uch simli 1 – 10 kV	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>9</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>12</u>	<u>13,2</u>	<u>15,2</u>
	10	12	14	16	18	20	22	25
Bir tolali to‘rt simli 1 kV	–	<u>7</u>	<u>8,2</u>	<u>9,6</u>	<u>10,8</u>	<u>12</u>	<u>13,2</u>	–
	–	10	12	14,1	16	18	18	–

10. YARIM O'TKAZGICHLI MATERIALLAR.

Normal haroratdagi solishtirma qarshiligi o'tkazgichlarnikidan katta, biroq dielektriklarnikidan kichik bo'lgan materiallar yarim o'tkazgichlar deb ataladi. Bu turkumga electron elektr o'tkazuvchanlikka ega va solishtirma qarshiligi 10^{-6} - 10^{+8} Om·m bo'lgan materiallar kiradi. Yarim o'tkazgichlardagi elektronlar soni boshqa materiallarga nisbatan ancha kam bo'ladi. Yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi tashqi energetik ta'sirga va mazkur jism tarkibidagi qo'shimchalarga ko'p jihatdan bog'liqdir. Yarim o'tkazgichning elektr o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi boshqarish harorat, nur, elektr va magnit maydoni, mexanik kuchlanishga asoslangandir.

Yarim o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlikning ikki: electron (n) va electron-teshik (p) turi mavjud bo'lib, ular jismda p-n o'tishini vujudga keltiradi. Bunday jismlarga katta va kichik kuvvatga ega turli xildagi elektr to'g'rilagich, kuchaytirgich va generatorlar misol bo'la oladi. Ulardan boshqariladigan, turli xil merakkab moslamalarda keng miqyosda foydalaniladi. Amalda qo'llanilayotgan yarim o'tkazgichlar, asosan, oddiy (ularning tarkibi bitta kimyoviy element atomlaridan tashkil topgan) va murakkab (ularning tarkibi ikki yoki undan ortiq kimyoviy elementlarning atomlarodan tashkil topgan) xillarga bo'linadi.

Yarim o'tkazgichli o'zgartkichlar turli ko'rinishdagi energiya (issiqlik, yorug'lik)ni elektr energiyasiga aylantirib beradi. Yarim o'tkazgichli o'zgartkichlarga misol tariqasida quyosh batareyasi va termoelektrik generatorlarni keltirish mumkin. Past o'zgarmas kuchlanishdagi rekombinatsiyali chaqnash (electron-teshikli o'tishga asoslangan) nur

uzatish manbau va hisoblash mashinalarining axborot chiqarish qurilmalarida ishlatiladi.

Yarim o'tkazgichlardan isitkich asboblarda, radioaktivli nur indikatorlarida va magnit maydon kuchlanganligini o'lchashda foydalaniladi. Hozirgi davrda shishasimon va suyuq yarim o'tkazgichlar o'rganilmoqda. Oddiy yarim o'tkazgichlarning (32-jadval) texnikada keng qo'llaniladiganlariga kremniy, germaniy va selen kiradi. Murakkab yarim o'tkazgichlar Mendeleev davriy sistemasidagi turli gruppada elementlari birikmasidan, masalan, $A^{IV}B^{IV}$ formulali (SiC), $A^{III}B^V$ (JnSb, CaAs, CaP), $A^{II}B^{VI}$ (CdS, ZnSe) elementlar birikmasidan, shuningdek, ba'zi oksidlar (Cu_2O) dan iborat. Yarim o'tkazgichli kompozitsiyalarga (tirit, silit), spool bilan birikkan kremniy karbid (SiC) va grafitli yarim o'tkazgichlar misol bo'la oladi.

Yarim o'tkazgich ishlatilgan asbob-uskunalar xizmat muddatining yuqoriligi, hajmi va og'irligining nisbatan kichikligi, oddiy va ishonchli ishlashi, iqtisodiy samaradorligi va boshqa sifatlari bilan ajralib turadi.

32-jadval

Oddiy electron yarim otkazgichlar

Element	Mendeleev jadvalidagi gruppasi	Ta'qiq zonasining kengligi, eV	Element	Mendeleev jadvalidagi va gruppasi	Ta'qiq Zonasining kengligi, eV
Bor	III	1,10	Oltinugurt	VI	1,50
Kremniy	IV	1,2	Selen	VI	1,70
Germaniy	IV	0,7	Tellur	VI	0,36
Fosfor	V	1,50	Yod	VII	1,25
Mish'yak	V	1,20			

10.1. Yarim o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi.

Jism o'z agregat holatini o'zgartirganda atomlarning energetik holatlari tashqi ta'sir orqali bir-biriga nisbatan siljiydi va ko'p miqdordagi energetik zonalar vujudga keladi. Dielektrik, yarim o'tkazgich va o'tkazgichlarning energetik diagrammalari bir-biridan keskin farq qiladi. Bu farq ulardagi ta'qiq zonalarining o'lchami bilan belgilanadi. Har bir jismning atomi o'zining aniq spektr chizig'iga ega. Turli atomlar o'zining aniq energetik holatiga ega bo'lib, ular bir energetik holatdan ikkinchisiga o'tganda kvant chiqaradi yoki yutadi. Agar atom katta energetik holatdan kichikrog'iga o'tsa, u o'zidan energiya ajratib chiqaradi va nurlanish sodir bo'ladi, aksincha bo'lganida esa atom energiyani yutadi. Shunday qilib, atom tashqi energetik ta'sir orqali o'z holatini o'zgartiradi. Yarim o'tkazgichlarning ta'qiq zonalarini o'tkazgich va dielektriklarning ta'qiq zonalarini oralag'ida joylashib, mazkur zona ancha kichik va engib o'tish uchun ma'lum darajali energetik ta'sir etarlidir. Agar tashqi ta'sir etayotgan maydon energiyasi ta'qiq zonadagi elektronlarning energiyasi darajasiga etsa, yarim o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlik sodir bo'ladi.

To'latilgan (valent) zonadan elektron ketishi bilan uning o'rnida teshik hosil bo'ladi va bu teshik ekvivalent musbat zaryad sifatida maydon yo'nalishi bo'yicha siljiydi. Bu siljish elektronlarning maydonga teskari harakati natijasida ro'y berib, teshiklar siljiyotgan elektronlar bilan to'latiladi. Harorat ortishi bilan yarim o'tkazgichda ozod elektronlar soni ko'paya boradi, harorat absolyut nolga yaqinlashganda esa ularning soni nolgacha kamayadi. Agar yarim o'tkazgichda ozod elektron umuman bo'lmasa ($T=0K$), elektr potentsiali ta'sir etgani bilan undan tok o'tmaydi.

Elektronlarning ozod holatga o'tishi uchun sarf qilinadigan energiyani faqat issiqlik harakati orqali emas, balki nur, elektronlar oqimi, yadro zarralari, elektr va magnit maydonlari, mexanik ta'sir orqali ham yuzaga keltirish mumkin. O'tkazuvchanlik zonasi qoidasiga asosan har bir atomning aniq energetik sathi bo'lib, unda elektronlar joylashadi. Sath gorizontaal chiziq ko'rinishida ifodalanadi. Bunda energiya qancha katta bo'lsa, chiziq shuncha balandroq jaylashadi va aksincha. Elektronlar qora nuqtalar bilan belgilanib, ular quyi energetik sathda joylashadi. Elektron yuqori sathga o'tishi uchun atomga qo'shimcha miqdorda energiya (kvant nuri, issiqlik va hokazo) ta'sir ettirilishi kerak.

O'zaro birikib, qattiq, jism hosil qilgan ko'pgina atomlar bir-biriga ta'sir etishi natijasida ularning elektron sathi biroz siljiydi va oqibatda jismning energetik sath zonalarini hosil bo'ladi. Elektronlar bilan to'latilgan zona ozod zona bilan birlashib (yoki kesishib), elektronlarning ozod zonaga to'xtovsiz o'tishini va jismda yuqori elektr o'tkazuvchanlikni ta'minlaydi.

Dielektrlarda elektronlar bilan to'latilgan zona va ozod zonalar orasida katta energetik to'siq bo'lib, mazkur to'siq elektronlarning ozod (o'tkazuvchan) soniga o'tishiga halaqit beradi. Faqat katta elektr maydoni ($E = E_T$) ta'siridagina elektronlarning bir qismi ozod zonaga o'tishi natijasida dielektrikda o'tkazuvchanlik sodir bo'lishi mumkin. Yarim o'tkazgichlarda energetik to'siq kichik bo'lib, uni engish uchun uncha katta bo'lmagan energiya talab etiladi. Ozod elektronlar miqdori va yarim o'tkazgichning o'tkazuvchanligi unga ta'sir ettirilgan energiya miqdoriga bog'liq bo'ladi. Mazkur energiya elektronlarning to'siqni engib, ozod zonaga o'tishiga yordam beradi.

Qo'llanayotgan aksariyat yarim o'tkazgichlar ta'qiq zonasining kengligi $(0,8-4,0) \cdot 10^{-19} \text{J}$, yoki $0,5-2,5 \text{ eV}$ gat eng. Ular valent zonalarining sathlari elektronlar bilan to'latilgan bo'lib, ma'lum harorat (T) ta'sirida o'tkazuvchan zonaga bir necha electron o'tadi va zonada ushancha teshik hosil bo'ladi. Natijada, har bir g'alayonlantirishda yarim o'tkazgichda bir vaqtning o'zida qarama-qarshi ishorali ikkita zaryad hosil bo'ladi. Bu holda zaryad eltuvchilarning umumiy soni o'tkazuvchan zonadagi elektronlar sonidan ikki marta ko'p bo'ladi:

$$\begin{aligned} n_{oi} &= p_{oi} ; \\ n_{oi} + p_{oi} &= 2n_{oi} . \end{aligned} \quad (12)$$

Solishtirma o'tkazuvchanlik quyidagi bo'ladi:

$$\gamma = e u_{oi} u_n + e p_{oi} u_p \quad (13)$$

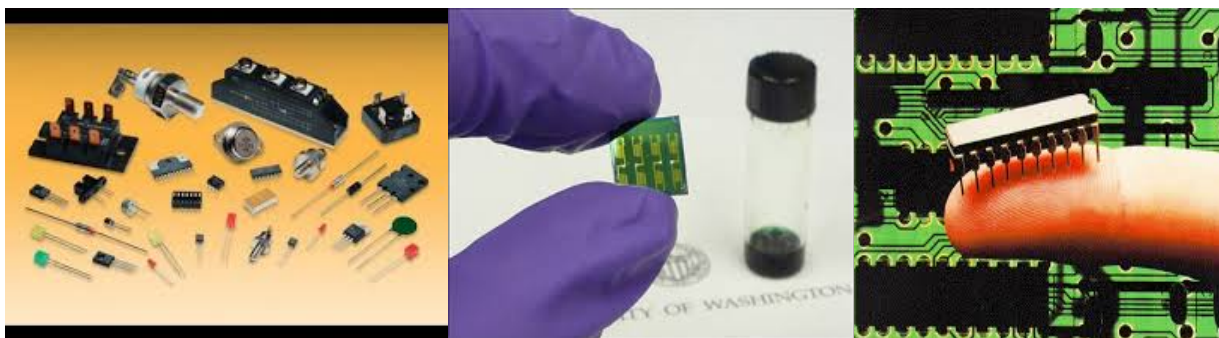
bunda u_n , u_p – mos ravishda electron va teshikning siljitivchanligi.

G'alayonlantirish va rekombinatsiya jarayonlari natijasida jismda (istalgan haroratda) g'alayonlantirilgan eltuvchilar (elektronlar yoki teshiklarni)ning muvozanatlashgan miqdori qaror topadi:

$$\begin{aligned} n_{oi} &= 2N_o \exp\left(-\frac{W}{2kT}\right); \\ p_{oi} &= 2N_u \exp\left(-\frac{W}{2kT}\right), \end{aligned} \quad (14)$$

bunda: W - yarim o'tkazgich ta'qiq zonasi; N_B – ozod (o'tkazuvchan) zonadagi yarim o'tkazgichning hajm birligidagi energetic zonadagi yarim o'tkazgichning hajm birligidagi energetic sathlar soni; N_B – valent zonasidagi xuddi shuningdek sathlar soni; 2 raqami N oldidagi har bir sathda ikkita electron bo'lishini ko'rsatadi. Elektronlarning siljitivchanligi (u_n) teshiklarning siljuvchanligi (u_p) dan ancha katta bo'ladi, shuningdek,

ularning effektiv massalari ham bir-biridan farq qiladi. Shu bois yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi electron xarakterga moyil bo'ladi.



19-rasm. Turli xil soxalarda foydalaniladigan yarim otkazgichlar.

10.2. Yarim o'tkazgich tarkibidagi qo'shimchalar.

Yarim o'tkazgich kristallarida qo'shimchalarning juda kam (10) miqdori ham uning elektr o'tkazuvchanligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Qo'shimcha ta'qiq zonada yangi energetik sath ozod zonaga yakin joylashgan bo'lsa, bu sathdan electron ozod zonaga osonlikcha o'tib (kichik energiya ta'sirida), kristalda electron o'tkazuvchanlikni sodir etadi. Bunday yarim o'tkazgich n-turli bo'lib, tarkibiga kiritilgan qo'shimcha "donor" deyiladi.

Agar qo'shimchanning energetik sathi zonadan pastroq zonaga o'tishi natijasida "teshik" yoki "kovak" qoldiradi. Electron bir sathdan ikkinchi sathga ko'chishida uning o'rnida qolgan teshik ham siljiydi. Teshikning siljish yo'nalishi maydon vektori (E) yo'nalishiga yoki musbat zatyad yo'nalishiga mos tushadi. Bu turdagi yarim o'tkazgichlar teshikli (P-turli) yarimo'tkazgichlar deyilib, ularning qo'shimchalari "atseptor"lar deyiladi.

Elektr o'tkazuvchanlik tajribada osongina aniqlanib, bunda turli yarim o'tkazgichning bir tomoni qizdirilsa, u erda ozod elektronlar soni keskin ko'payib, bu qism manfiy zaryadga ega bo'ladi. Agar p-turli o'tkazgichning

ham bir tomoni qizdirilsa, u erda teshiklar keskin kupayib, kristallning bu qismi musbat zaryadga ega bo'lib qoladi.

Yarim o'tkazgichlarda "p-n" o'tishini yuzaga keltirib, bu qismlarga mos ravishda musbat va manfiy potentsiallar berilsa, "n" qismidan elektronlar, "p" qismidan aks yo'nalishda teshiklar siljib, zanjirda tok oqimi hosil bo'ladi. Aksincha, potentsiallar teskari yo'nalishda berilsa, katta qarshilikka ega qatlam vujudga kelib, tok o'tishi keskin cheklanadi.

Yarim o'tkazgichlarning "n" turdagi asosiy zaryad eltuvchilar elektronlar, "p" turlisida esa teshiklar hisoblanadi. "p-n" o'tishda yarim o'tkazgich (germaniy, kremniy va hokazo) yuzasidan qo'shimcha (indiy, fosfor)larni eritish orqali hosil qilinadi. Bunda monokristal yupqa taxtacha shaklida kesib tekislanadi, saqlaniladi, tozalanadi va grafitli kassetaga o'rnatilib, pechda ma'lum vaqt issiqlik ta'sir ettiriladi. Bu usul elektronli yarim o'tkazgichda esa donor qo'shimchasini eritishga asoslangan.

"p-n" o'tishi elektr-kimyoviy, kristall olish (o'stirish mobaynida) va boshqa usullarda ham hosil qilinadi.

Agar yarim o'tkazgich kristallida p-n-p yoki (n-p-n) o'tishlar hosil qilinib, bu qismlar (emitter-1, kollektor-2, elektrod-3) ga simlar ulansa, tok kuchaytiruvchi asbob-tranzistor vujudga keladi.

"p-n" o'tishli diodlarning belgilanishidagi birinchi harf: G-germaniy, K-kremniy, A-galiy, I-indiy; ikkinchi harf: D-to'g'irlagich, impuls, magnit va termiod, Ts-to'g'irlagich ustuni (blok, V-varikan, I-tunelli, A-yuqori chastotali, C-stabilizatron, G-shovqin generatori, L-nurlantiruvchi asbob, N-diodli tiristor, U-triodli tristor; uchinchi harf asbob parametric, qo'llanilishi, ish printsipti; to'rtinchisi- asbob tayyorlanish turini; beshinchisi-asbob klassifikatsiyasini bildiradi.

Tranzistorlarning belgilanishidagi birinchi harf: G-germaniy, K-kremniy, G-galliy va hokazo: ikkinchisi: T-qo'sh qutbli transistor; uchinchisi: sarflanadigan energiya va chastotani, to'rtinchisi: asbob tartibi va guruhini bildiradi.

Tiristorda p-n qatlamlari ketma-ket qaytarilib, chekka qismlarida chiquv simlariga ega. O'rta qismida qo'shimcha chiquv simlariga ega tiristor tristor deyiladi. Tashqi nur yordamida boshqariladigan tiristor-fototiristor, ichki nurli signalda boshqariladigan optotiristor deyiladi. Optoelektronli yarim o'tkazgichlarga nur tarqatuvchi diod (Al navli), infraqizil nurlatuvchi diod (IK diod) misol bo'la oladi.

11. MAGNIT MATERIALLAR.

Magnetizm xodisasining mazmuni shundan iboratki, ba'zi moddalar boshka moddalarni tortish, itarish yoki ta'sir o'tkazish kuchiga ega. Bu xodisa ming yillardan beri ma'lum. Biroq, bu magnetizm xodisasining negizini tashkil etuvchi uslublar va mexanizmlar fenomenini tushuntiruvchi omillari nozik masala bo'lib, yaqin kunlargacha olimlar bu xodisa xaqida to'liq tushunchaga ega emasdilar.

Ko'pgina zamonaviy texnik qurilmalar magnetizm xodisasi va magnit materiallarni qo'llash asosida barpo etilgan. Bular: kuchlanish elektrogeneratorlari va transformatorlar, elektrodvigatellar, radio va televidenie, telefonlar, kompyuterlar, tovush va video texnika sistemalari.

Magnit xossalari quyidagi yaxshi ma'lum bo'lgan moddalarda aks etadi, bu temir, ba'zi po'latlar, tabiiy temir zahiralari.

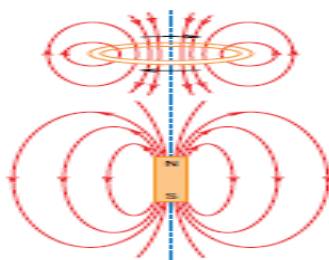
Magnit maydoni barcha moddalarga ko'p yoki kam miqdorda bo'lsa ham ta'sir o'tkazishi, xammaga xam yaxshi ma'lum emas.

Mazkur bobda magnit maydonlar xosil bo'lishining qisqacha tasnifi beriladi, magnit maydonlar bilan bog'liq turli vektor kattaliklari muxokama qilinadi, magnit xossalari ifodalovchi paratemrlar va dia-, para-, ferro-, ferrimagnetizm kabi xodisalar ko'riladi. Undan tashqari magnit materiallardan misollar keltirilib, o'ta'kazuvchanlik xodisasi yoritiladi.

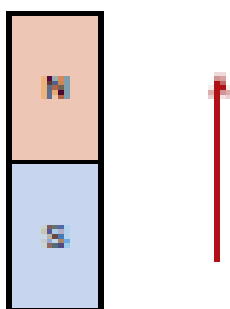
11.1. Asosiy korinishlari. Magnit dipol.

Magnit kuchlari elektr quvvatlangan zarrachalar xarakati natijasida paydo bo'ladi. Bu kuchlar birlamchi bo'lmish elektrostatik kuchlarga nisbatan ikkilamchidir. Magnit kuchlarni maydonlar nuqtai nazari tomonidan izohlash qulay. Bunda bu kuchlarni omil oldidagi xarakat yo'nalishlari kursatuvchi kuchlanish chiziqlari xayolan nazarda tutiladi. Magnit maydon strukturasi kuchlanish chiziqlari bilan aks ettiriladi. 18 rasmda elektr toki aylanasi va magnitlangan naycha atrofidagi kuchlanish chiziqlari ko'rsatilgan.

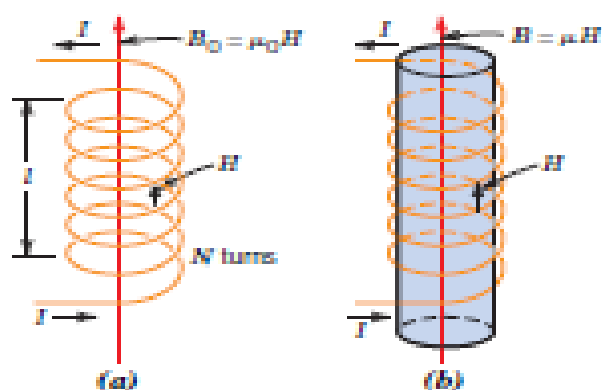
Aniqlanishicha, xuddi elektrik dipollar mavjud bo'lgani kabi, magnitli moddalarda magnit dipollar mavjud (20-rasm). Magnit dipollarga shimoliy va janubiy polyuslarga ega, xuddi elektrik dipollarda manfiy va ijobiy zaryadlar roliga o'xshash vazifani bajaradigan kichik doimiy magnitlar sifatida qaralishi mumkin. Kuzatilganda magnit dipollar momentlari strelkalar bilan ko'rsatiladi, 21- rasmdagidek.



20- rasm. Elektr toki aylanasi va magnitlangan naycha atrofidagi kuchlanish chiziqlaristrukturasi



21- rasm. Strelka magnet momentini ifodalaydi.



22- rasm. a-silindrik g'altak, b-silindrik g'altak yordamida yaratilgan magnet maydoni kuchlanishi N , undan o'tkazilayotgan tok I , xalqalar soni N va g'altak uzunligiga bog'liq.

Magnet maydoni magnet dipollarga xuddi elektrik maydon elektrik dipollarga ta'sir o'tkazgani kabi ta'sir etadi. Magnet maydon mavjudligida, bu maydon dipolni ma'lum jixatdan yo'naltirishga xarakat qiluvchi momentni vujudga keltiradi. Mazkur effektga yorqin misol – yer qurrasining magnet kuchlanish chiziqlariga mos holatda kompasning magnet strelkalari xarakatidir.

11.2 Magnet maydon vektorlari.

Qattiq materiallarda magnet momentlarni yaralishini muxokama qilishdan avval, maydon vektorlari tushunchasiga asoslangan magnet maydoni tasnifini ko'rib chiqamiz. keltirilgan tashqi magnet maydoni magnet maydon kuchlanishi kuchi bilan ifodalanadi va N simvoli bilan belgilanadi.

Agar magnit maydon, jipslab o‘ralgan xalqalardan N tashkil topgan silindrik g‘altak (solenoid) yordamida yaratilsa, g‘altak xalqalari uzunligi L ga teng, va undan I miqdorida tok o‘tkazilsa, unda magnit maydon kuchlanishi quyidagicha ifodalanadi:

$$H = \frac{N \cdot I}{L} \quad (15)$$

22-rasmda mazkur g‘altakning tuzilish sxemasi ko‘rsatilgan. 22.a-rasmdagi tok xalqasi yoki magnitlangan naycha yordamida yaratilgan magnit maydoni N bilan ifodalangan. N maydoni kuchlanishi – $(A\text{-xalqa}) \cdot m$ yoki A/m . G‘altakdagi magnit maydoni kuchlanishi-xalqalar soni, tok miqdori va g‘altak uzunligiga bog‘liq.

Magnit induksiyasi (ba’zida magnit oqimining zichligi xam deyiladi) V -simvoli bilan ifodalanib, N kuchlanish ta’sirida bo‘lgan tashqi moddada sodir bo‘luvchi ichki maydondagi kuchlanishni bildiradi. V belgisi Teslada o‘lchanadi (yoki Veber/m², V/m²). Ikkala V va N o‘lcham xam vektorlardir, chunki ular nafaqat o‘lchamda, balki satxdagi yo‘nalishi bilan xam ifodalanadi.

Magnit maydon kuchlanishi va magnit induksiya quyidagi nisbat bilan bog‘liqdir:

$$\mathbf{B} = \mu * \mathbf{H} \quad (16)$$

22-rasmda mazkur g‘altakning tuzilish sxemasi ko‘rsatilgan. 22.b-rasmdagi tok xalqasi yoki magnitlangan naycha yordamida yaratilgan magnit maydoni N bilan ifodalangan. N maydoni kuchlanishi – $(A\text{-xalqa}) \cdot m$ yoki A/m . μ parametri magnit o‘tkazuvchanlik deyiladi: bu N kuchlanishli magnit maydon ichidagi moddaning individual xossasi bo‘lib, unda V miqdori o‘lchanadi. Magnit induksiyasi- magnit oqimining zichligidir.

Magnit o'tkazuvchanlik Veber/A-m (Vb/A-m) yoki Genri/m (Gn/m) da ifodalanadi.

$$B_0 = \mu_0 * H \quad (17)$$

Bu erda μ_0 - vakuum o'tkazuvchanligi, universal konstanta bo'lib $4 \pi \times 10^{-7}$ (1.257×10^{-6})N/m teng bo'ladi. V_0 -nisbati bu vakuumdagi magnit induksiyadir (22.a-rasm)

Materialning magnit xossalarini sharxlashda turli xil parametrlar ishlatilishi mumkim, ulardan biri – muxitning magnit o'tkazuvchanligi vakuumning o'tkazuvchanligi orasidagi munosabat yoki,

$$\mu_T = \frac{\mu}{\mu_0} \quad (18)$$

Bu erda μ_r belgisi nisbiy o'tkazuvchanlikni bildirib, cheksiz kattalikdir. Moddadagi magnit induksiya- magnit o'tkazuvchanlik va magnit maydonning kuchlanishi oqibatidir.

Materialning magnit o'tkazuvchanlik yoki nisbiy magnit o'tkazuvchanlik, materialni qaysi darajagacha magnitlash mumkinligining meyoridir, bilaks moddada N tashqi magnit maydoni ta'sirida V maydonining xolatini belgilaydi

Magnit xossalaridan yana biri- bu magnitlanganlik M . Vakuumdagi magnit induksiya quyidagi nasbat bilan aniqlanadi:

$$B = \mu_0 * H + \mu_0 * M \quad (19)$$

Tashqi maydonni N qo'llaganda moddadagi magnit momentlar mazkur maydonga qarab orientatsiya qiladi va o'zlarining magnit maydonlari bilan uni kuchaytiradi. (18) tenglamadagi $\mu_r M$ qo'shiluvchi ushbu ulushni aks ettiradi

M o'lchami tashqi maydon kuchlanishiga mutanosibdir.

$$M = X_{t0} * H \quad (20)$$

Yuqoridagi nisbatda keltirilgan χ_m o'lchami, magnit ta'sirchanligi deb ataladi, bu o'lcham chegarasiz¹. Magnit ta'sirchanlik va nisbiy magnit o'tkazuvchanlik oddiy nisbat bilan bir biriga bog'liq:

$$X_m = \mu_s - 1 \quad (21)$$

Materiallarning dielektrik xarakteristikalarini bilan yuqori ko'rib chiqilgan magnit xossalari parametrlari o'rtasida o'xshashlik mavjud. V va N o'lchamlari o'xshash bo'lgani uchun, shunga mos ravishda dielektrik siljish D va elektr maydoni kuchlanishi E kabi, μ o'tkazuvchanligi esa ϵ dielektrik o'tkazuvchanligiga mazmunan o'xshaydi. (19 va 20 tenglamalarga qarang). Xuddi shunday M magnitlanganlik va R polyarizatsiya o'rtasida xam o'xshashlik mavjud nisbiy magnit o'tkazuvchanlik tushunchasi.

Bu yerda ishlatilgan χ_m kattaligi xajm birligidir. SI birliklar sistemasida χ_m ning maydon kuchlanishiga N ko'paytmasi materialning xajm birligi (m^3) tegishli magnitlanganlikni ko'rsatadi. Moddaning magnit xossalarini tariflovchi birliklardan foydalanish tushunmovchiliklarga olib kelishi mumkin, chunki parallel ravishda ikkita birliklar sistemasidan foydalaniladi.

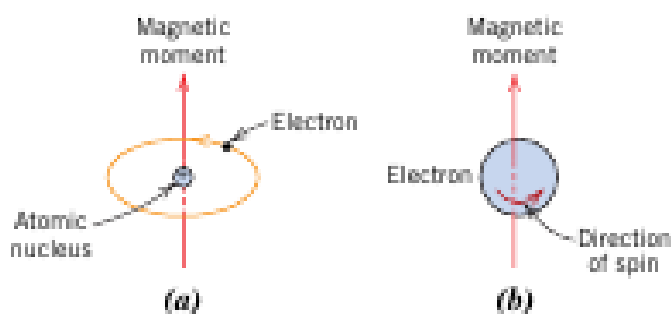
Bulardan biri bu - SI xalqaro sistemasi (ratsionalashtirilgan sistema metr-kilogramm-sekund). Boshqa sistema esa SGS birliklariga asoslangan (santimetr-gramm-sekund).

11.3. Magnit momentning tabiati.

Materialning makroskopik magnit xossalari ayrim elektronlar magnit momentining namoyishining ko'rinishidir. Materiallarda magnetizm xodisasi sababini tushuntiradigan ba'zi nazariyalar o'ta murakkab bo'lib,

tushunish uchun kvant-mexanik tushunchalarini talab etadi, bu esa mazkur kitobning vazifalariga kirmaydi. Shuning uchun biz magnetiz tabiati xaqida tafsilotlarsiz, soddalashtirilgan tushuncha berib o‘tamiz.

Atomdagi xar bir elektron ikkita sabab bilan yaraladigan magnit momentiga ega. Birinchisi elektron yadro atrofida orbital xarakatlanadi, ya’ni u xarakatlanuvchi zaryaddir, demak elektron xarakatlanishi magnit maydon va mikroskopik magnit moment yaratuvchi tok xalqasi sifatida ko‘rilishi mumkin, 23-rasmda sxema tarzida ko‘rsatilgandek. Ikkinchisi xar bir elektron o‘z spiniga ega, buni elektronni o‘z o‘qi atrofida aylanishiga aytiladi. Bu aylanish o‘qi bo‘ylab yo‘naltirilgan magnit moment yaralishi uchun qo‘shimcha manbaa yaralishiga xizmat qiladi (23.b-rasm). Mazkur spinli magnit momenti yo “yuqoriga” yoki “pastga” yo‘naltirilgan bo‘lishi mumkin. Shunday qilib, atomdagi xar bir elektronga doimiy orbital va spin magnit momentli mikroskopik magnit sifatida qaralsa bo‘ladi.



23-rasm. magnit moment paydo bo‘lishi: a)-elektronning orbital xarakatida, b)-elektronning spin xarakatiga qarab aniqlanadi.

Magnit momentning asosiy birligi sifatida P.Bor tomonidan kiritilgan Bor magnetoni μ_B qabul qilingan. Atomdagi xar bir elektron uchun spin magnit momenti $\pm\mu_B$ ga teng (+ belgisi “yuqoriga”, -

belgisi “pastga”ni anglatadi). Keyin, orbital magnit momentlari $m_l\mu_B$ ga teng, bu erda m_l -elektronning magnit kvant sonlaridir.

Xar bir atomda ba’zi elektronlarning orbital momentlari bir birini juft-juft bo‘lib, yig‘indisi nolga teng bo‘lib qoplashlari mumkin. Bu spin momentlarga xam tegishli. Masalan “yuqoriga” yo‘naltirilgan spinli elektronning spin momenti “pastga”yo‘naltirilgan spinli elektronning spin momentini butunlay qoplaydi. Atomning to‘liq magnit momenti, uning barcha elektronlari magnit momentlari yig‘indisi bo‘lib, bu erda orbital momentlar xam spin momentlar yig‘indisi qo‘shiladi. Shunda u yoki bu momentlarning o‘zaro qoplanishi xam nazarda tutiladi. Agar atomda barcha qobiqlar to‘la bo‘lsa, unda jami elektronlar nolga teng orbital va spin magnit momentlarga ega bo‘ladi. Shuning uchun, bunday atomlardan tashkil topgan moddalar doimiy magnitlanishga ega bo‘la olmaydi. Bu kategoriyaga barcha olijanob (inert) gazlar, shuningdek ko‘pgina ion birikmalari kiradi.

Pastroqda manetizmning xar xil turlari muxokama qilinadi –dia-, para, ferromagnetizm; antiferromagnetizm va ferrimagnetizmlar ferromagnetizmning bo‘limlari sifatida ko‘rib chiqiladi. Barcha moddalarda magnetizmi xech bo‘lmasa bir turini kuzatish mumkin. Aslida moddaning fe’li uning elektronlari (atom magnit dipollari) yaqinlashtirilgan tashqi magnit maydoniga bo‘lgan reaksiyasiga.

11.4. Diamagnetizm va paramagnetizm.

Diamagnetizm magnetizmning o‘ta kuchsiz ko‘rinishi bo‘lib, bunda magnitlanganlik faqatgina tashqi magnit maydoni ta’sir etib turgandagina saqlanib qoladi. Bunday turdagi magnetizm, tashqi magnit maydoni ta’sir

o'tkazganda elektronlarning orbital xarakati o'zgarishi natijasida vujudga keladi. Induksiyalangan magnit moment kattaligi juda oz bo'lib, moment esa tashqi maydon yo'nalishiga qarama-qarshi tomonga yo'naltiriladi. Shuning uchun nisbiy o'tkazuvchanlik μ , birdan kam bo'ladi (ozgina bo'lsa xam), magnit ta'sirchanlik belgisi esa-salbiy. Bu esa, diamagnit qattiq jismda magnit maydon induksiyasi V o'lchovi, vakuumdagidan ko'ra kamroq bo'lishini bildiradi. Diamagnit qattiq jismlar xajm ta'sirchanligi χ_m , 10^{-5} o'lchamiga teng. Agar diamagnit materiallardan tayyorlangan jismni kuchli elektromagnit polyuslari orasiga joylashtirilsa, u magnit maydon kuchsiz bo'lgan joyga qalqib chiqadi.

23.a-rasmida tashqi maydon yaqinlashtirilganda va uzoqlashtirilganda diamagnit materialda atom magnit momentlarining ko'rinishi aks ettirilgan. Rasmda strelkalar bilan, atomning barcha elektronlari momentlari tomonidan yaralgan atomlar magnit momentlari ko'rsatilgan.

23-rasmda diamagnit xossalari bor moddada V ning N tashqi maydonga to'beligi ko'rsatilgan. 33-jadvalda ba'zi diamagnit moddalarning ta'sirchanlik qiymati ko'rsatilgan. Diamagnetizm barcha moddalarda mavjud. Biroq bu shunchalik kuchsiz effektki, uni aniqlash uchun magnetizmning barcha boshqa turlari to'liq yo'q bo'lishi shart.

Paramagnetizm. Bu magnit xodisalar turining deyarli amaliy ahamiyati yo'q. Ba'zi moddalarda xar bir atom elekron spinlar yoki orbital magnit momentlarning to'liqsiz o'zaro qoplanishi natijasida doimiy magnit momentiga ega bo'ladi. Tashqi magnit maydoni yo'qligida mazkur atom magnit momentlar orientatsiyasi tasodifiy bo'lib, shundan jism magnit xususiyatlarga ega bo'lmaydi. 23.b-rasmida ko'rsatilganidek magnit momentlar erkin xarkat qilishi mumkin, ular tashqi maydon ta'sirida asosiy

yoʻnalishlarini maydon tomonga oʻzgartirganda paramagnetizm xodisasi vujudga keladi. Xar xil atomlarning magnit momentlari bir biridan mustaqqil ravishda xarakatlanib, qoʻshi dipollar oʻrtasidagi xech qanday bogʻliqlik boʻlmaydi.

33-jadval

Diamagnetiklar		Paramagnetiklar	
material	xajm taʼsirchanligi χ_m	material	xajm taʼsirchanligi χ_m
Alminiy oksidi	-1.81×10^{-5}	Alyuminiy	2.07×10^{-5}
Mis	-0.96×10^{-5}	Xrom	3.13×10^{-4}
Tilla	-3.44×10^{-5}	Xrom xloridi	1.51×10^{-3}
Simob	-2.85×10^{-5}	Magniy sulfati	3.70×10^{-3}
Kremniy	-0.41×10^{-5}	Molibden	1.19×10^{-4}
Kumush	-2.38×10^{-5}	Natriy	8.48×10^{-4}
Natriy xloridi	-1.41×10^{-5}	Titan	1.81×10^{-4}
Sink	-1.56×10^{-5}	Sirkoniy	1.09×10^{-4}

11.5. Magnit materiallarning asosiy xossalari.

Magnit materiallar yordamida magnit oqimi keskin kuchaytiriladi. Magnit oqimidan past kuchlanishli toklarga yuqori kuchlanishli toklarga yoki elektr energiyasini mexanik energiyaga aylantirishda va elektr energiyasini shunga oʻxshash tarzda generatsiyalashda foydalaniladi.

Tashqi magnit maydoni ta'sirida magnitlanish xossasiga ega materiallar magnit materiallari deb ataladi. Asosiy magnit materiallarga nikel, kobal't va toza temir asosidagi turli qotishmalar misol bo'ladi. Texnika ahamiyatga ega magnit materiallariga ferromagnit materiallar va ferromagnit kimyoviy birikmalar (ferritlar) kiradi.

Materiallarning magnit xossalari elektr zaryadlarining ichki harakatiga bo'lib, bunda zaryadlar elementar aylanma tok ko'rinishida ifodalanadi. Bunday aylanma toklar elektronlarning o'z o'qi atrofida aylanishi (electron spinlar) hamda ularning atom ichida orbita bo'ylab aylanishidan hosil bo'ladi. Ferromagnit hodisasi ba'zi materiallarning ichki mikroskopik qismida kristall strukturalar tashkil qilishi bilan bog'liq bo'lib, bunday strukturalar magnit domenlari deyiladi. Bunda electron spinlar o'zaro parallel ravishda bir tomonga yo'nalgan bo'ladi.

Jismning ferromagnitlik holatda bo'lishini ifodalovchi xususiyati tashqi magnit maydoni ta'sirida uning o'z-o'zidan (spontan) magnitlashishidan iboratdir. Ferromagnit magnit momentlarining ba'zi domenlari ichidagi spinlar turli yo'nalishga ega bo'lishi mumkin. Tashqi muhitda bo'lgan bunday materiallarning umumiy magnit oqimi nolga teng bo'ladi.

Ba'zi materiallar (qatlam chegaralari orasidagi qalinlik bir necha o'n-yuz atom masofasiga teng bo'lganda) da domenlarning o'lchami taxminan $0,001-10 \text{ mm}^3$ oralig'ida bo'ladi. O'ta toza materiallarda esa domenlarning o'lchami yuqorida keltirilgan qiymatdan ham kattaroq bo'ladi.

Ferromagnit moddalarning monokristallari magnit anisotropiyasi bilan xarakterlanadi. Magnit anizotropiyasi turli o'qlar yo'nalishida magnitlanishning turli qiymatlari bilan ifodalanadi.

Polikristall magyetiklarda anizotropiya keskin ifodalangan hollarda ferromagnetic magnit teksturaga ega bo'ladi. Kerakli magnit tekstura olish orqali materialda ma'lum yo'nalishda yuqori magnit xarakteristikaga erishishi mumkin.

Tashqi magnit maydoni ta'sirida ferromagnit materialning magnitlanish jarayoni quyidagicha kechadi: 1) magnit momenti maydon yo'nalishi bilan kichik burchak hosil qilgan domenlar kattalashadi va boshqa domenlar o'lchami kichrayadi; 2) magnit momentlari maydon yo'nalishi uzra buriladi va bir xil yo'nalishga ega bo'ladi. Magnit to'yinishi domenning qattalashishi to'xtaganda va o'z-o'zidan magnitlangan barcha monokristall qismlarning magnit momenti maydon uzra yo'nalganida sodir bo'ladi.

Ferromagnit monokristallari magnitlanayotganda ularning chiziqli o'lchamlari o'zgaradi. Bu hodisa magnit-striktsiya deyiladi. Temir monokristalining magnit-striktsiyasi kristallning har xil yo'nalishlarida turlicha bo'ladi.

Ferromagnit materialining magnitlanish jarayoni gisterezis egri chizig'i $B(H)$ bilan ifodalanadi va u barcha ferromagnitlarda bir-biriga o'xshash bo'ladi.

Materiallarning nisbiy magnit singdiruvchanligi magnit induktsiyasi (B) ning magnit maydoni kuchlanganligiga nisbati bilan aniqlanadi:

$$\mu_r = \frac{B}{\mu_0 H} \quad (22)$$

Magnit materiallarning magnit singdiruvchanligi birdan yuqori $\mu_0 \gg 1$ ($\mu_r = \mu_0 \cdot \mu$, $\mu_0 = 1,2566 \cdot 10^{-6} \text{ Gn/m}$) bo'ladi.

Ferromagnit materiallarning magnit singdiruvchanligi haroratga bog'liq bo'lib, Kyuri nuqtasiga yaqin qiymatlarda μ_r o'zining yuqori

qiymatiga erishadi. Kyuri nuqtasidan yuqori haroratlarda spontan magnitlanish sohasida issiqlik harakati buzilib, materialning magnit xossasi yo'qoladi. Cho'lg'amda magnit o'zak bo'lmaganda magnit induksiya qiymati undan o'tayotgan tok hisobiga sodir bo'ladi. Agar cho'lg'amga magnit o'zak kiritsak, elektr toki hisobiga sodir bo'ladigan magnit maydoni o'zakni yanada magnitlab, qo'shimcha kuch chiziqlari hosil bo'lishi natijasida magnit induktsiyasining yoki magnit oqimining keskin oshishiga olib keladi. O'zak kesim yuzasidan hosil bo'ladigan qo'shimcha kuch chiziqlari qayta magnitlanish deyiladi va j bilan belgilanadi.

Bu qiymat magnit maydon kuchlanganligi (H) va magnit material sifati (x) ga yoki jismning magnit qabul qilish koeffitsienta $j=xH$ ga bog'liq. Cho'lg'amga magnit o'zak kiritilgandan so'ng magnit induktsiyasining ko'paygan qiymati quyidagicha bo'ladi:

$$B' = \mu_0(H + j) = \mu_0(H + xH) = \mu_0H(1 + x) = \mu'H, \quad (23)$$

bunda $\mu' = \mu_0(1+x)$ – magnit materialining magnit singiruvchanligi.

Magnit material sifati aniqlashda nisbiy magnit singdiruvchanlik kattaligidan foydalaniladi:

$$\mu = \mu^s/\mu_0 = 1 + \nu. \quad (24)$$

Magnit singdiruvchanlik cho'lg'amga magnit o'zak kiritilganda magnit oqimining ko'payishini bildiradi. Bu yuksalish bir necha o'n ming martagacha ortadi.

Uzunligi L , kesim yuzasi S bo'lgan o'zakning magnit qarshiligi quyidagicha aniqlanadi:

$$R_\mu = L/\mu'S = L/\mu'\mu_0S. \quad (25)$$

Shunday qilib, g'altakka o'zak kiritilishi natijasida magnit qarshiligi μ ga bog'liq ravishda kamayadi.

Magnit singdiruvchanligi bo'yicha barcha qattiq jismlar sust (diamagnit $\mu < 1$, paramagnit $\mu < 1$) va kuchli magnit materiallarga (ferromagnit $\mu \gg 1$) bo'linadi. Magnit materiallari sifatida kuchli magnit materiallar qabul qilinib, ular magnit maydon kuchlanganligiga kuchli ravishda bog'liq bo'ladi. Magnit induktsiyasi B va magnit maydon kuchlanganligi H o'rtasidagi bog'liqlik $[B=f(H)]$ magnit materialining magnitlanish egri chizig'I deb ataladi. Bunda magnit materiali $H=H_T$ qiymatda to'yinadi.

Magnit singdiruvchanlikning haroratga qarab o'zgarishi magnit singdiruvchanlikning harorat koeffitsienti bilan aniqlanadi:

$$TK\mu_r = \alpha\mu_r = (1/\mu_r t)(d\mu_r/dt). \quad (26)$$

Agar ferromagnit tashqi magnit maydoni ta'sirida asta-sekin magnitlansa va ma'lum qiymatdan so'ng maydon kuchlanganligi pasaytira borilsa, induktsiya ham kamaya boradi. Lekin bu kamayishi asosiy chiziq bo'ylab emas, balki ma'lum kechikish bilan (gisterizis hodisasi tufayli) ro'y beradi. Maydon kuchlanganligi teskari yo'nalishda oshirilganda material magnitsizlanishi, o'ta magnitlanishi mumkin va magnit maydon yo'nalishi yana o'zgartirilsa, induktsiya yana asl holatiga qaytadi, ya'ni gisterezis halqasi paydo bo'ladi.

Magnit materiali bo'lmaganda o'ramlari soni n ta bo'lgan sim cho'lg'amidan tok o'tkazish orqali magnit oqimi hosil qilish mumkin. Agar o'ramdagi simning kesim yuzasi S , cho'lg'am uzunligi L bo'lsa, magnit oqimi F quyidagicha aniqlanadi:

$$F = \mu_0 n j S / L \quad (27)$$

yoki boshqacha ko'rinishda:

$$F = F / R_\mu V b, \quad (28)$$

bunda F – magnit yurituvchi kuch, A ; $R_{\mu} = L / \mu_0 S$ – magnit qarshilik, Gn^{-1} .

Magnit oqimining zichligi yoki magnit induktsiyasi:

$$B = F/S = \mu_0 H V b / m^2. \quad (29)$$

Magnit material uchun chizilgan $B=f(H)$ xarakteristikadan foydalanib, magnit singdiruvchanlik μ_r ning magnit maydon kuchlanganligi (H) ga bo'lgan bog'liqligi aniqlanadi.

Agar magnit maydon kuchlanganligi va magnit induktsiyalari nolga teng bo'lsa, ularning nisbati mavhum bo'lib qoladi. Tajribadan aniqlanishicha, kuchsiz magnit maydonida μ_r qiymati ma'lum boshlang'ich singdiruvchanlik μ_{rb} ga intiladi. Magnit maydonining ma'lum qiymatida magnit singdiruvchanlik (μ_{rmax}) o'zining yuqori qiymatiga erishadi. Maydon kuchlanganligi yanada oshirilsa, magnit materialining qiymati pasaya boradi.

Demak, magnit materialida magnit singdiruvchanlik o'zining aniq bir qiymatiga ega bo'lmay, balki magnit maydon kuchlanganligiga juda ham bog'liq ekan. Shu sababli, magnit materialining μ_r qiymati keltirilganda magnit maydon kuchlanganligi (H) ham ko'rsatilishi shart.

Magnit maydon kuchlanganligi o'zining H_m qiymatidan kamaytirilsa (induktsiya B_m gacha), gisterezis hodisasi kuzatiladi, ya'ni magnit induktsiyasining kechikishi maydon kuchlanganligining o'zgarishiga bog'liq bo'ladi. Maydon kuchlanganligi nolga teng bo'lganida magnit induktsiyasi qandaydir qoldiqqa ega bo'lib, u induktsiya qoldig'i (B_r) deyiladi. Induktsiya qoldig'iga magnit maydon kuchlanganligining teskari yo'nalishida, uning $H_c=0$ qiymatida erishiladi, bunda H_c koertsitiv kuch deb ataladi.

Agar xarakteristikada maydon kuchlanganligi – H_{\max} qiymatidan + H_{\max} qiymatigacha qaytarilsa, magnit maydonining gisterezis halqasi kelib chiqadi. Gisterezis hodisasida atomlarining o'z o'qi atrofida aylanishi natijasida materialda ichki ishqalanish sodir bo'ladi. Bu hodisa, gisterizisda sodir bo'luvchi energiya isrofi deb ataladi. Ferromagnitliklarning o'zgaruvchan magnit maydonida qayta magnitlanishi issiqlik energiyasi isrof bo'ladi. Magnit material massasida induktsiyalangan quyuq toki dielektrik isroflarni keltirib chiqaradi. Quyuq tokida sodir bo'ladigan isroflar ferromagnetikning elektr qarshiligiga bog'liq magnit materialidagi umumiy energiya isrofi quyidagicha aniqlanadi:

$$P_m = P_h + P_i. \quad (30)$$

Kuchsiz toklar sohasida quyidagi qiymatdan foydalaniladi:

$$Q = \omega L/r, \quad (31)$$

bunda ω - burchak chastota, Gts; L – cho'lg'am induktivligi, Gn; r- o'zakdagi ekvivalent qarshilik Om.

Magnit materialidagi energiya isrofining qiymati $B=f(H)$ xarakteristikasidagi gisterezis halqa yuzasi bilan aniqlanadi. Magnit materialidagi energiya isrofi chastota ortishi bilan keskin kupayadi. Bu esa yuqori chastotaga mo'ljallangan magnit materiallari ishlab chiqarishda katta qiyinchiliklar tug'diradi. P_m ni kamaytirish maqsadida qiymati yuqori bo'lgan magnit materiallar qo'llaniladi. Magnit materialining asosiy xarakteristikasini ifodalovchi μ_r qiymati maydon kuchlanganligiga bog'liq bo'lib, material qizishi natijasida bu qiymat keskin kamayadi. Kyuri nuqtasida material o'zining ferromagnitlik xossasini yo'qotadi $\mu_r \rightarrow 0$. bunday tashqari, chastota ortishi natijasida materialda sodir bo'ladigan quyun toki hosobiga magnitsizlanish ro'y beradi.

Ferromagnit turkumdagi asosiy materiallarning magnit xususiyatlari 34-jadvalda keltirilgan.

34-jadval

Metal	μ_{\max}	$\mu_0 j_{\max},$ Bb/m^2	$H_c, A/m$	$B_r, B_0/m^2$	Kyuri nuqtasi, °C
Temir	10000- 15000	2,163	0,0015- 0,004	1,1	787
Nikel	1120	0,64	0,012	0,33	358
Kobalt	174	1,77	0,10	0,34	1115

11.6. Yumshoq magnit materiallar.

Magnit materiallar yumshoq va qattiq turlarga bo'linadi. Yumshoq magnit materiallardan magnitli o'tkazgichlar tayyorlanadi. Bu materiallarning magnit singdiruvchanligining boshlang'ich qiymati katta bo'lishi kerak. Yumshoq magnit materiallarida solishtirma qarshilik nisbatan katta qiymatga, koeritsitiv kuch ($H_c < 0,1 A/m$) esa kichik qiymatga ega bo'lishi kerak. Bu materiallarga soft emir, temirning kremniy, nikel va kobalt bilan qotshimalarini misol tariqasida keltirish mumkin.

Texnik soft emir. (qo'shimchalari 0,1%) oddiy pechlarda olinadi. Uning ayrim magnit xossalari 35-jadvalda keltirilgan. Bu temir o'zgaruvchan tok zanjirida ishlatiladigan elektr magniti yoki rele uchun o'zaklar tayyorlashda ishlatiladi. Ular varaq yoki tsilindr shaklda yupqa (0,2-4mm) qilib tayyorlanadi.

Turlicha ishlov berilgan temirning tarkibi va magnit xossalari

Material	Qo'shimchalarni ng miqdori,%		Magnit xossalari		
			Magnit singdiruvchanlik		Koertsitiv kuch, H_c , A/m
	uglerod	kislorod	μ_{rb}	μ_{ryu}	
Texnik sof temir	0,020	0,060	250	7000	64,0
Elektrolitik temir	0,020	0,010	600	15000	28,0
Karbonil temir	0,005	0,005	3300	21000	9,4
Vakuumda eritilgan elektrolotok temir	0,010	-	-	61000	7,2
Vodorodda ishlov berilgan temir	0,005	0,003	6000	200000	3,2
Vodorodda yaxshilab ishlov berilgan temir	-	-	20000	340000	2,4

Texnik soft emir (qo'shimchalari 0,02%) ning asosiy fizik xossalari quyidagicha:

Zichligi.....7880kg/m³

Erish harorati.....	1539°C
Solishtirma issiqlik sig'imi.....	0,46KJ/kg·K
Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.....	71,5 Vt/m·K
Chizikli kengayish koeffitsienti	11,6·10 ⁻⁶ K ⁻¹
Solishtirma qarshiligi.....	0,1 mkOm·m
Qayishqoqlik moduli.....	210 MPa
Kyuri nuqtasidagi harorat.....	770°C

O'zgarmas tokda ishlaydigan elektr mashinasida qo'llaniladigan temir tarkibida C, Si, Mn kabi qo'shimchalarning miqdori 1,2-1,5% gacha, kam legirlangan po'lat tarkibida esa C, Ni, Cr larning miqdori 2,5-5% gacha bo'ladi. Bu materiallarda mexanik mustahkamlik o'sishi bilan bir qatorda, magnitlanish xususiyati birmuncha yomonlashadi.

Elektrolitik temir texnik sof temirni elektroliz qilish usuli orqali olinadi. Bunday temirning tarkibidagi qo'shimchalarning umumiy miqdori 0,05% dan oshmaydi. Elektrolitik temirga ishlov berib, zarralarining o'lchami 50-100mkm bo'lgan kukun olinadi. Bu kukunni bosim ostida ishlash orqali undan o'zaklar tayyorlanadi. Ular chastotasi 100-1000Gts atrofida bo'lgan asboblarda qo''laniladi.

Karbonil temir temir pentakarbonil [Fe₂(CO)₅ suyuqligi] ni 200-250C haroratda kimyoviy parchalash orqali olinadi. Karbonil temir mayday kukun ko'rinishida bo'lib, undan yuqori chastotali magnit o'zaklar tayyorlanadi. Kichik shar shakldagi zarrachalar o'zakda sodir bo'ladigan quyun toki miqdorini keskin kamaytiradi.

Vodorodda 1480°C da 30-40 minut davomida kuydirilgan soft emir birikmasidan uglerod va kislorod ajralib chiqadi:



Mazkur temir o'ta tozaligi bilan ajralib turadi; kuchsiz magnit maydonda bu materialning μ_r qiymati yuqori bo'ladi. Temir monokristali o'ta yuqori magnitlanish xossasiga ega.

Kremniyli elektrtexnik po'lat temir va kremniy qotishmasidan iboratdir. Undan tayyorlangan listlar elektrtexnik po'lat listlar deyiladi. Bu po'lat asosiy magnit materiallaridan biri bo'lib, sanoat chastotasida ishlaydigan elektr mashina va apparatlarida keng qo'llaniladi. Temir tarkibiga kremniy kiritishdan asosiy maqsad materialning solishtirma qarshiligini oshirish va undagi quyun toki miqdorini cheklashdan iboratdir. Kremniy elementi temitning magnit xossalarini deyarli o'zgartirmagan holda P qiymatini sezilarli darajada oshiradi.

Elektr texnik po'latning fizik xossalari:

Zichligi.....7800kg/m³

Tarkibidagi kremniy miqdori.....0,4-2,8%

Solishtirma qarshiligi(0,14-0,50)·10⁶ Om·m

Issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.....0,46-0,25Vt/(m·K)

Kremniy temir tarkibidagi uglerod va kislorod birikmalarini emiradi:



36-jadval

Elektrtexnik po'latlarning tarkibidagi kremniy miqdoriga nisbatan zichligi va solishtirma qarshiligi

Po'latning kremniy bilan legirlanish darajasi	Markasidagi ikkinchi raqam	Zichligi, x10 ³ kg/m ³	Solishtirma elektrik qarshiligi mkOm·m
Legirlanmagan	0	7,85	0,14
Kam legirlangan	1	7,82	0,17

O'rtachadan kam legirlangan	2	7,80	0,25
O'rtacha legirlangan	3	7,75	0,40
Yuqori darajada legirlangan	4	7,65	0,50
O'ta yuqori darajada legirlangan	5	7,55	0,60

Tarkibidagi kremniy miqdorining ortishiga qarab temir xossalarning o'zgarishi: 37-jadval

Si, %	γ , kg/m ³	μ_b	$(\mu_{bj})_{max}$, Bb/m ²	H _c , A/m	ρ , mkOm·m
0	7800	150	2,15	0,0160	0,10
2	7750	200	2,06	0,0046	0,40
4	7550	400	1,97	0,0040	0,62

Yupqa listli elektr texnika po'lati quyidagicha tasniflanadi:

Struktura holati va prokatlash turi bo'yicha (markadagi birinchi raqam): 1- qizdirib shakl berilgan, izotropoli; 2- sovuqlayin shakl berilgan, izotropoli; 3- sovuqlayin shakl berilgan, anizotropoli;

Tarkibidagi kremniy miqdori bo'yicha (markadagi ikkinchi raqam): 0- kremniy miqdori 0,4% gacha (legirlanmagan); 1- 0,4% < Si ≤ 0,8%;

2- 0,8% < Si ≤ 1,8%; 3- 1,8% < Si ≤ 2,8%; 4- 2,8% < Si ≤ 3,8%;

5- 3,8% < Si ≤ 4,8%

Asosiy xarakteristikasi bo'yicha (markadagi uchunchu raqam) : O-magnit induksiya 1,7 Tl va chastotasi 50 Gts bo'lgandagi solishtirma isroflar P_{17/50}; 1=P_{1,5/50}; 2- P_{1/400}; 6- maydon kuchlanganligi 0,4 A/m

bo'lgan kuchsiz magnit maydonidagi magnit induktsiyasi ($B_{0,4}$); 7- maydon kuchlanganligi 10 A/m bo'lgan o'rtacha magnit maydonidagi magnit induktsiyasi (B_{10}).

Po'lat o'ram, varaq va tasma ko'rinishida ishlab chiqariladi. Ular izolyatsiya qoplamli bo'lib ham chiqariladi. Po'latlar apparat, transformator, elektr mashinasi va asboblarning magnit zanjirlarida qo'llaniladi. Teksturlangan po'latlar transformatorlar o'zagi uchun ishlatiladi. Bunday po'latdan foydalanish quvvatli transformatorlar hajmi va tashqi o'lchamini 20-25% kamaytirish imkonini beradi, radio transformatori hajmini esa 40% gacha kichraytiradi.

Permalloy temir-nikel qotishmasi bo'lib, uning boshlang'ich magnit singdiruvchanligi nisbatan yuqoridir. Tarkibida nikel miqdori 70-83% bo'lgan permalloylar yuqori nikelli, 40-50% bo'lgan permalloylar esa past nikelli permalloylar deyiladi.

Tarkibida 2% molibden bo'lgan permalloyining qiymati katta bo'lib, u yaxshi magnitlanish xususiyatiga egadir. Permalloydan qalinligi 0,1-0,5 mm li varaqlar tayyorlanadi. Kukun ko'rinishidagi permalloyga bosim ostida ishlov berib, o'zaklar tayyorlanadi. Bunday o'zaklar 100 kGts chastota bilan ishlaydigan uskunalarda qo'llaniladi.

Alsifer – temirning kremniy va alyuminiy (9,5% Si, 5,6% Al, 84,9% Fe) bilan birgalikdagi qotishmasidir. Bu qorishma qattiq va mo'rt bo'lib, undan murakkab shaklli quymalar olinadi. Alsiferning asosiy xossalari: $\mu_{r6}=35500$, $\mu_{rt}=120000$, $H_c=1,8$ A/m, $\rho=0,8$ mk·Om. Alsiferdan magnitli ekran, asboblarning ustki qismi va boshqa mahsulotlar quyish usuli bilan tayyorlanadi.

Qo'llanilishi magnit xossalarning u yoki bu xususiyatlariga asoslangan materiallarni alohida turkumga kiritish mumkin. Bunday materiallarga quyidagilar misol bo'ladi: 1) maydon kuchlanganligi o'zgarganda magnit singdiruvchanligi juda kam o'zgaradigan qotishmalar; 2) magnit singdiruvchanligi haroratga kuchli ravishda bog'liq bo'lgan qotishmalar; 3) tuyintirish induktsiyasi o'ta yuqori bo'lgan qotishmalar.

Birinchi turdagi qotishmalarning nomi perminvar bo'lib, uning tarkibida 29,4% Fe, 45% Ni; 25% CO va 0,6% Mp bor. Mazkur qotishma 1000°C da yumshatiladi, keyin 400-500°C da ushlab turiladi va asta-sekin sovutiladi. Perminvarning boshlang'ich magnit singdiruvchanligi 300ga teng. Perminvar harorat ta'siriga va mexanik kuchlanishlarga sezgir materialdir.

Ikkinchi turga Ni-Cu, Fe-Ni yoki Fe-Ni-Cr asosidagi termomagnit qotishmalar kiradi.

Uchinchi turga temir-kobalt qotishmalari kiradi. Tarkibida 50-70% CO bo'lgan mazkur qotishmalar permendyurlar deb ataladi. Permendyurlarning narxi qimmatroq bo'lganligi tufayli ulardan faqat maxsus apparatlarda, xususan, dinamik reproduktorlar, ostsillograflar, telefon membranalarida foydalaniladi.

Ferritlar. Tarkibida, temirdan tashqari, ikki va undan ko'p valentli metal (Ni, CO, Mn, Zn, Cu, Cd, Pb, Mg) oksidlari ham bo'lgan birikmalar ferritlar deyiladi. Ular qisman elektronli elektr o'tkazuvchanlik xossasiga ham egadir. Ferritning kristall panjarasi kub shaklida bo'ladi. Odatda, yaxlit ferrit tayyorlash uchun ferrit kukuniga polivinil spirit plastifikatori qo'shiladi va bu massa yuqori bosimda qoliplanadi. Uning solishtirma qarshiligi sof temirning solishtirma qarshiligiga nisbatan 10^5 - 10^6 barobar

yuqoridir. Shu sababli, ferritda quyun toki hisobiga sodir bo'ladigan isroflar keskin kamayadi va materialni yuqori chastotalarda ham ishlatsa bo'ladi. Ferritning magnit singdiruvchanligisof temirnikiga nisbatan 10^2-10^3 barobar yuqori bo'lganligi uchun undan tayyorlanadigan o'zaklar hajmini keskin kichraytirish mumkin. Ferritdagi (μ_{rj_m}) qiymatlar ferromagnit (yoki oddiy metal) dagiga nisbatan juda kichik bo'lgani uchun, u past chastotali asboblarda ham qo'llaniladi.

Ferrit tarkibi oddiygina qilib quyidagicha ifodalanadi:



bunda M- ikki valentli biror metal.

Ferritlar tarkibidagi qo'shimchalarga mis, ruh, nikel-ruh, marganets-ruh misol bo'ladi. Ular elektrtexnikada keng miqyosda qo'llanilmoqda. Ferritlarda Kyuri nuqtasidagi harorat ancha past, ya'ni $100-150^\circ\text{C}$ atrofida bo'ladi. Uning solishtirma og'irligi $3700-4800 \text{ kg/m}^3$ atrofida bo'lib, asosiy xossalari 38-jadvalda keltirilgan.

Ferritning gisterezis halqasi to'g'ri burchakka yaqin bo'lishi uni maxsus apparatlarda qo'llash imkonini yaratadi. Ferrit, asosan, aloqa, radiotexnika, hisoblash texnikasi, avtomatika asbob-uskunalarida keng miqyosda qo'llaniladi.

38-jadval

Navi	μ_{rb}	μ_{max}	$H_r,$ A/m	B_r, Tl	$I_n,$ MGts	$T_k,$ $^\circ\text{C}$	$\rho,$ Om·m	$\gamma \times 10^3,$ kg/m^3
20000HM	15000	35000	0,24	0,11	0,1	110	0,001	-
6000HM	4800-	10000	8	0,11	0,5	130	0,1	5,0
1000HM	8000	1800	28	0,11	5	200	0,2	4,5
	800- 1200							
1000HM	800-	3000	24	0,10	3	110	10	4,9
600HM	1200	1500	40	0,12	5	110	100	4,8

	500-800							
2000HM1	1700-	3500	25	0,12	1,5	200	50	5,0
700HM1	2500	1800	25	0,05	8	200	140	4,8
	550-850							
100VCh	80-120	210	300	0,15	80	400	10 ⁵	4,8
20VCh2	16-24	45	1000	0,1	300	450	10 ⁶	4,7
300NN	280-	600	80	0,13	20	120	10 ⁶	4,8
9VCh	350	30	500	0,06	600	500	10 ⁷	4,4
200VCh	9-13	360	70	0,11	-	360	10 ³	4,7
50VCh3	180-	200	100	0,14	-	480	10 ⁴	466
	220							
	45-65							

Gisterezis halqasi to'g'ri burchakli ferritlar hisoblash texnikasining xotira qurilmalari uchun asosiy material bo'lib xizmat qiladi. Bunday materiallarning xossalarini izohlash uchun qo'shimcha maxsus parametrlar kiritiladi. Bunday parametrlardan biri gisterezis halqasining to'g'ri burchakli koefitsientidir:

$$K_n = B_r / B_{\max} \quad (32)$$

bunda k_n qiymati iloji boricha birga yaqin bo'lishi kerak. O'zaklar tezda qayta magnitlanishi uchun ularning qayta ulanish koefitsienti S_q kichik qiymatga ega bo'lishi kerak.

Ferrit o'zaklarining xossalari 39-jadvalda keltirilgan.

39-jadval

Ferrit o'zaklarining xossalari

Material	H_c A/m	B_r , Tl	k_n	S_q , mkKl/m	
Turli navdagi ferritlar	10-1200	0,15-0,25	0,9	25-55	110-630
Permalloyli o'zaklar	8-50	0,6-1,5	0,85-0,9	25-100	300-630

(tasmaning qalinligi 2-10 mkm)					
--------------------------------	--	--	--	--	--

Konstruktsion cho'yan va po'latlar asbobsozlik, apparatsozlik va elektr mashinasozligida keng qo'llaniladigan materiallardir. Magnit xossalariga ko'ra ular magnitli (kulrang cho'yan, uglerodli va legirlangan po'lat) va magnitsiz turlarga bo'linadi.

Kulrang cho'yan tarkibida 3,2-3,5% uglerod, kremniy, marganets, fosfor va oltingugurt bo'ladi. Bu materialning egilishdagi mustahkamligi 200-450 MPa. Undan elektr mashinalarning korpusi, asosi va shu kabi detallar tayyorlanadi.

Odatda, quymalar olishda tarkibida 0,08-0,2% uglerodi bo'lgan, uglerodli po'latdan foydalaniladi. Bunda quymalar 85-900°C haroratda sekin-asta yumshatiladi. Maxsus elektr mashinalarida, shuningdek, konstruktsiyasi engillashtirilgan mashinalarda nikel, vanadiy, xrom va molibden bilan legirlangan po'latlar ishlatiladi. Bu po'latlarning egilishdagi mexanik mustahkamligi 500-950 MPa oralig'ida bo'ladi.

11.7. Qattiq magnit materiallar.

Qattiq magnit materiallar tarkibi, holati va olinish ussulariga ko'ra quyidagicha tasniflanadi: 1) legirlangan martensit po'latlari; 2) quyma qattiq magnit qotishmalari; 3) kukunlardan tayyorlangan magnit; 4) qattiq magnitli ferritlar; 5) egiluvchan qotishmalar va magnit tasmalari. Qutblar orasida havo bo'shlig'i mavjud bo'lganida energiyaning bir qismi magnit materialini hajmidan tashqaridagimaydon bilan bog'liq bo'ladi. Mazkur energiyaning qiymati bo'shliqning uzunligiga bog'liq. Magnit qutblarining

magnitsizlanishi hisobiga oraliqdagi induksiya B_d qoldiq induksiya B_r ga nisbatan kichikroq bo'ladi.

Havoli oralig'idagi solishtirma magnet energiyasi :

$$W_d = B_d H_d / 2, \quad (33)$$

bunda $H_d - B_d$ induksiya mos keladigan maydon kuchlanganligi.

Tutashtirilgan magnetda $B_d = B_r$, $H_d = 0$ bo'lani sababli mazkur energiya nolga tenglashadi. Agar qutublar oralig'i juda katta bo'lsa, $B_d = 0$, $H_d = H_c$ bo'lganligi sababli bunda ham energiya nolga intiladi.

Qandaydir B'_d , H'_d qiymatlarda energiya o'zining eng yuqori qiymatiga erishadi:

$$W_{max} = B'_d \cdot H'_d. \quad (34)$$

Bu ifoda bilan magnetdan eng yaxshi foydalanish imkoniyati aniqlanib, u o'zgarmas magnetlar tayyorlashda ishlatiladigan materiallarning sifatini aniqlaydigan muhim xarakteristika hisoblanadi.

Po'lat tarkibiga volfram yoki xrom kabi metallar kiritilsa, martensit tuzilishli material hosil bo'ladi. Bunda po'latning doimiy magnet eskirish jarayoni susayadi. Volframli po'lat tarkibida 0,6% C, 5-6% W, xromli po'lat tarkibida esa 1% C, 1,5%-3% Cr bo'lib, ularning xossalari uglerodli po'latnikiga nisbatan ancha yaxshilangan. Mazkur materiallarning magnet xossalari: $H_c = 0,45-0,5$ kA/m, $B_r = 0,9-1,1$ Tb/m², $W_g = 0,9-12$ kJ/m³.

Elektr texnikada magnet materiali sifatida ilk bor qo'llanilgan qotishma alni deb atalgan. Uning tarkibi 11-16% Al, 24-30% Ni, 54-65% Fe elementlaridan iborat. Alning H_c qiymati uglerodli po'latnikiga nisbatan 10 barobar yuqori. Juda qattiq material bo'lganligi sababli alniga mexanik ishlov berib bo'lmaydi. Alnidan magnet quyish usuli bilan olinib, kerakli

tuzilish sovitish jarayonida hosil qilinadi. Uning magnit xossalari quyidagicha: $H_c=4-4,5$ kA/m, $B_r=0,55-0,65$ Vb/m², $W_g=5$ kJ/m³.

Alnico qotishmasi alniga o'xshash bo'lib, uning tarkibida 5-10% CO va Cu qo'shimchalar bor. Alnikoning magnit xossalari: $H_c=4,0-4,5$ kA/m, $B_r=0,7-0,8$ Bb/m², $W_g=6,0-7,0$ kJ/m³.

Magniko qotishmasi alnikodan tarkibidagi kobalt miqdorining nisbatan ko'pligi bilan (10% AL, 17% Ni, 24% CO, 6% Cu, 43% Fe) farqlanadi. Magnikoning magnitlik xossalari: $H_c=4,0-4,5$ kA/m, $B_r=1,2-1,3$ Bb/m², $W_g=16-20$ kJ/m³.

Qotishma magnit xossalarining yaxshilanishi, uning tarkibi bilangina emas, balki maxsus ishlov berish – quymani kuchli maydon ta'sirida sovitish jarayoni bilan ham aniqlanadi.

Alni, alnico va magniko qotishmalarining kamchiligi ulardan aniq o'lchamli kichik mahsulotlar tayyorlashning mushkulligidir.

Platinali qotishmalar temir yoki kobalt tarkibiga 77-78% platina qo'shish orqali olinadi. Bu materialda H_c qiymati keskin oshib, induksiya qiymati esa pasayadi. Uning magnit xossalari (temirli qotishmada): $H_c=12,5$ kA/m; $B_r=0,58$ Bb/m²; $W_g=12$ kJ/m³; kobaltlisida esa $H_c=21$ kA/m, $B_r=0,45$ Bb/m², $W_g=15 \cdot 10^3$ kJ/m³. platinali qotishmalarning qoldiq induksiya kichik qiymatga ega. Narxi balandligi sababli, bu materiallar maxsus apparatlarda juda kichik hajmli magnitlar tayyorlashda qo'llaniladi.

12. PLASTMASSA IZOLYASIYALI KABEL ARMATURASI.

Plastmassa izolyasiyali kabel monolit yaxlit izolyasiyaga ega bo'lgani sababli, ularda shimdiruvchi tarkib bo'lmaydi, ustki qismida esa yaxlit metalli qobiq bo'lmaydi. Plastmassa izolyasiyali kabellar uchun yangi turdagi kabel armaturalari ishlab chiqarilib, bunday mufta o'zi

elimlanadigan tasma asosida ishlab chiqariladi. O‘zi elimlanadigan elektr izolyasiya va chala o‘tkazgichli tasmalar cho‘zib yuza qismga yotkaziladi yoki boshqa maxsus ishlov bermasa ham kabel plastmassa izolyasiyasi bilan mustahkam holda birikib, kabel uchki va birikma qismida zich va ishonchli ulanishni ta‘minlaydi. Tasmalar yuqori elektr va fizik-mexanik xossalarga ega, agressiv muhitga bardoshli, hamda polietilen va metallarga yaxshi birikadi. O‘zi elimlanadigan tasma asosidagi mufta yaxshi montaj qilinishi bilan, ishlab chiqarilishi va boshqa ko‘rinishdagi kabel armaturasidan montaj ishlari osonligi bilan ajralib turadi. Plastmassa izolyasiyalikabellarni ulash uchun o‘zi elimlanadigan tasma asosidagi PSSl turdagi biriktiruvchi mufta qo‘llaniladi. Ushbu mufta konstruksiyasi soddaligi bilan ajralib turadi. Ulanadigan kabellar barcha elementlari dala sharoitida ketma-ket tiklanadi: tok o‘tkazuv simlari o‘zaro ulanadi, adgeziv qatlami maxsus adgeziv va tasma (LETSAR LP yoki A) yordamida polietilenga yaxshi birikadi. Plastmassali izolyasiya LETSAR yoki B tasmasi bilan tiklanadi, kabel plastmassali qobig‘i issiqda o‘tiradigan naycha yordamida tiklanadi.

Polietilenli izolyasiyaga tasma birikishini ta‘minlash uchun kabel ochilgan izolyasiya qismiga kremniyorganikli KO-916 loki yordamida adgeziv qatlam yuritilib, uning yuzasiga ikkinchi LETSAR LP tasma o‘rami yotkaziladi. Kabel sim izolyasiyasining qalinligi kuchlanishi 1 kVli muftada 4 mmni, kuchlanishi 6 kV muftada 7 mmni tashkil etadi. Termoplastik polietilen izolyasiyalikabel izolyasiyasini tiklashda B turdagi tasma ishlatilib, bunda ikki adgeziv qatlam o‘rniga bir-A tasmali o‘ram qo‘llaniladi. Izolyasiyalangan simga belbog‘ izolyasiya yotkaziladi, kuchlanishi 6 kV kabel montajida belbog‘ izolyasiya ustidan chala

o‘tkazgichli ekran tiklanishi chala o‘tkazgichli LETSAR LPP tasmasi yordamida amalga oshiriladi. CHala o‘tkazgichli ekran ustidan kabelning metalli ekрани tiklanib, buning uchun kabelning misli yoki alyuminiyli tasma ekрани qo‘llanadi. Kabelning plastmassali shlangini tiklanishida issiqda o‘tiradigan naychalardan foydalaniladi. Ular qora yoki ko‘k rangli, nurga bardoshli polietilendan yasaladi. Vulkanlangan polietilen izolyasiyali kabel muftasi montajida shlangni tiklash uchun termik stabillangan nurga bardoshli polietilendan tayyorlangan issiqda o‘tiradigan silindr qo‘llaniladi. Muftada zichlikni ta’minlash maqsadida issiqda o‘tiradigan naycha birikadigan shlang yuzasiga adgeziv qatlam (KO-916 loki va LETSAR LP tasmasi) beriladi.

Muftani mexanik shikastlanishidan saqlash uchun (kabel erda yotkazilganda) stekloplastikli KzP turdagi g‘ilof qo‘llaniladi. U bo‘lmaganida cho‘yanli KzCH turdagi g‘ilof qo‘llashga ruxsat etiladi. Kabel qurilmalarda yotkazilganda po‘latli himoya g‘ilofi qo‘llaniladi.

Kuchlanishi 1 va 10 kVli kabellar uchun biriktiruvchi muftalar kuchlanish va kabel simiga bog‘liq holdagi asosiy o‘lchamlari quyidagi 40-jadvalda keltirilgan.

40-jadval

Mufta turi	Sim kesim yuzasi mm ² , kuchlanishi kV			O‘lchami, mm		Himoya g‘ilofi
	1	6	10	Uzunligi L	Diametri D	
PSsl-1	<25	-	-	480	25	KzP yoki KzCH-55 KzP yoki KzCH-55
PSsl-2	35-70	-	-	540	25	

PSsl-3 PSsl-4	95-150 185-240	- -	- -	620 680	30 35	KzP yoki KzCH-65 KzP yoki KzCH-65
PSsl-1- 6	-	<35 50-95	-	620	25 30	KzP yoki KzCH-75
PSsl-2- 6	-	120-150 185-240	-	680	35 45	KzP yoki KzCH-75
PSsl-1- 10 PSsl-2- 10	- -	- -	<95 120-240	780 840	35 45	KzP yoki KzCH-75 KzP yoki KzCH-75

Kuchlanishi 10 kV polietilen izolyasiyalı birsimli kabel va kuchlanishi 35 kVli shunday kabellarni biriktirishda birlazli PSOsl turli muftalar qo‘llaniladi. Kuchlanishi 35 kVli muftada izolyasiya o‘ram qatlamining qalinligi 15 mmni tashkil etadi. Muftalar o‘lchami quyidagi 41-jadvalda keltirilgan.

41-jadval

Mufta	Sim kesim yuzasi mm ² , kuchlanishi kV		O‘lchami, mm		Himoya g‘ilofi
	10	35	Uzunligi L	Diametri D	
PSOsl-1-10 PSOsl-2-10	<95 120-240	- -	520 600	25 25	KzP yoki KzCH-55 KzP yoki KzCH-55
PSOsl-1-35 PSOsl-2-35	70-95 120-150	800 800	30 35	30 35	KzP yoki KzCH-75 KzP yoki KzCH-75

12.1. Kabel liniyalarning plastmassali izolyasiya qobig'ining shikastlanishi.

Plastmassali himoya qobig'iga ega kuchli kabellar zovurga yotqazilish mobaynida yoki yer qatlamining siljishi natijasida yuzaga keladigan mexanik ta'sirlar ularning plastmassali qobig'ini shikastlanishiga olib kelishi mumkin. Bu shikastlanishlar orqali kabelning ekranlovchi qobig'iga namlik o'tib, unda korroziyani yuzaga keltiradi va bu holat ishchi kuchlanish ostidagi kabelni ishdan chiqishiga olib keladi. Shuning uchun ham plastmassali qobikning shikastlanishini bilib olish katta ahamiyatga ega. Ta'kidlash lozimki, yotqazilgan kabel trassasi bo'ylab o'rnatilgan barcha muftalar yerdan izolyasiyalangan bo'lgan taqdirdagina bu ko'rinishdagi shikastlanishni aniqlash mumkin.

12.2. Plastmassa izolyatsiyali kabel turlari.

Kuchlanishi 0,66 – 6 kV sanoatda qo'llaniladigan kuchli kabellar. Statsionar yotqiziladigan, kuchlanishi 6 kV gacha kabel sanoatida ishlab chiqariladigan plastmassa izolyatsiyali kabel turlari quyidagi 42-jadvalda keltirilgan.

42-jadval

Kuchlanishi 0,66 – 6 kV sanoatda qo'llaniladigan kuchli kabellar

Kabel turi	Kabel simining soni	Nominal kuchlanish, kV da, sim nominal kesim yuzasi, mm^2		
		0,66	1	6
VVG,PVG,G _s VG,P _v VG	1,2,3,4	1,2 – 50	1,5 –	10 –
AVVG,APVG,AP _s ,VG	1,2,3,4	2,5 – 50	240	240
AP _v VG			2,5 – 240	10 – 240

VB _B Sh _V ,PVB _B Sh _V ,B _b Sh _B P _V B _B Sh _V ,AVB _b Sh _V APB _B Sh _V AP _S B _B Sh _V ,AP _V B _B Sh _V	2,3,4	4 – 50	6 – 240	10 – 240
AVASh _V ,VASh _V ,AP _V ASh _V P _V ASh _V	3,4	–	6 – 240	10 – 240
VVG,PVG,P _S VG,P _V VG AVVG,APVG,AP _S VG,AP _V VG	5 5	– 2,5 – 50	1,5 – 25 2,5 – 50	–

To‘rtsimli kabel tok o‘tkazuvchi simning maksimal kesim yuzasi 185 mm². Kuchlanishi 6 kV bo‘lgan barcha turdagi kabellar faqat uchsimli qiyib tayyorlanadi. Kabel tok o‘tkazuvchi simning kesim yuzasiga, nominal kuchlanish va izolyatsiya materiali turiga qarab kabel izolyatsiya qalinligi 0,6 – 3,4 mmni tashkil etadi.

Kuchlanishi 0,6 – 6 kVli zirxlangan kabellar belbog‘ izolyatsiyasining minimal qalinligi 0,9 mmni tashkil etadi. Kabellar quyidagi qurilish uzunligida tayyorlanib, yog‘och g‘altaklarga o‘raladi.

Sim kesim yuzasi 25 – 50 mm² bo‘lgan kabellar simi yumaloq va sektorli qilib tayyorlanib, bularning ko‘pchilik qismining simi yumaloq shaklda qilinadi. Beshta simli kabellar asosan qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishi elektr tarmoqlarida qo‘llaniladi. Ular 0,66 kV kuchlanishli, asosan sim kesim yuzasi 50 mm² qilib tayyorlaniladi.

43-jadval

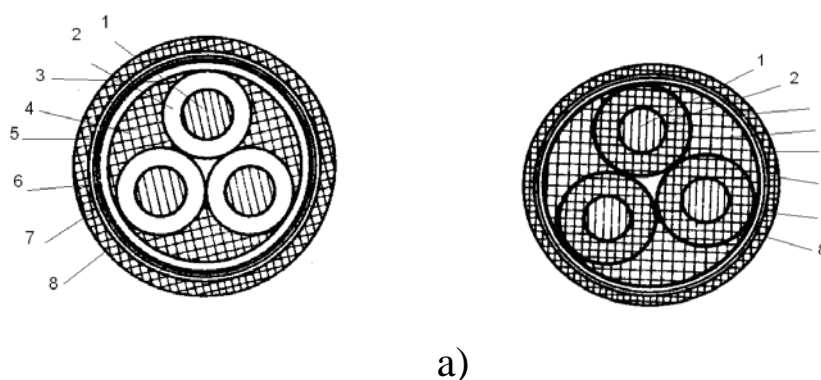
Kabel qurilish uzunligi

Nominal kuchlanish, kV	Sim kesim yuzasi, mm ²	Kabel qurilish uzunligi, m	Nominal kuchlanish, kV	Sim kesim yuzasi, mm ²	Kabel qurilish uzunligi, m
0,66-1	1,5 – 16	150	6	10 – 70	450

	25 – 70	300		95 – 120	400
	95 – 240	200		150 – 240	350

Aluminiyli sim kesim yuzasi 70 – 240 mm², kuchlanishi 0,66 kV kuchli kabellar uch va to‘rt simli AVVG – S, APVG – S, AP_sVG – S turlarida ishlab chiqariladi. Bu kabellar qishloq xo‘jaligi elektr tarmoqlarida qo‘llanilib, ular shahar elektr tarmoqlari va sanoat korxonalarida tarmoqlarida xam qo‘llanilishi mumkin. S – qishloq xo‘jaligida ishlatiladigan kabellar.

Ushbu kabellarning barcha texnik xarakteristikalarini va ularning ekspluatatsiya hossalari GOST 24183–90 da aniqlangan. Kabel konstruktsiyasi AVVG, APVG, AP_sVT kabel konstruktsiyasiga o‘xshash bulib, 24 – 25 rasmlarda kabel kesim yuzalari keltirilgan.



24- rasm. AVVG turli kuchli kabel konstruktsiyasi: a) kuchlanishi 1 kV, b) kuchlanishi 6 kV; 1 – yaxlit aluminli tok o‘tkazuvchi sim; 2 – polivinilxlorid plastikali izolyatsiya; 3 – mustahkamlash tasmasi; 4 – to‘ldirgich; 5 – belbog‘ izolyatsiya; 6 – rezina to‘kimali elektr o‘tkazuvchi tasmali elektr o‘tkazuvchan ekran; 7 – ikki mis yoki aluminli ekran; 8- polivinilxlorid plastikali qobiq.

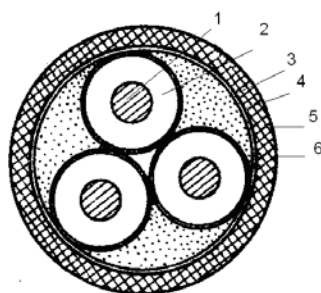
Kuchlanishi 10 va 35 kVli kabellar. Ushbu kuchlanishning eng takomillashgan kabellariga tok o‘tkazgich simi bittali, izolyatsiyasi

vulkanlangan polietilenli, aluminiy simli AP_vV , AP_vP_s va mis simli P_vV , P_vP , P_vP_s kabellari kiradi.

Kabel konstruktsiyasi yumaloq bir tolali yoki ko'p tolali zichlangan simli, sim usti elektr o'tkazgich ekran, izolyatsiya qatlami, elektr o'tkazgichli ekran, metalli ekran va qobig'i polivinilxlorid plastikatdan iborat. Aluminiy tok o'tkazgichli sim ko'pincha bir simli, kesim yuzasi 95 – 120 mm² mis simi bir simli, kesim yuzasi 150 – 240 mm² simi ko'p tolali zichlangan kilib takrorlaniladi.

Elektr o'tkazuvchi ekran past zichlikli polietilen asosidagi vulkanlangan polietilen kompozitsiyasi bosim ostida qo'llaniladi.

Ko'p tolali sektor shakli 6 kV gacha bo'lgan kabel sim kesim yuzasi 70 – 240 mm² bo'lgan kabel tashqi diametri yumaloq sim kesim yuzali kabel diametridan 8,5% kam. Kabel massasi 6,5% kam. Kesim yuzasi 25 – 50mm² kabellar simlari xam yumaloq, xam sektor shaklli qilib tayyorlanib, ko'pchilik kabellar yumaloq simli holda ishlab chiqariladi.

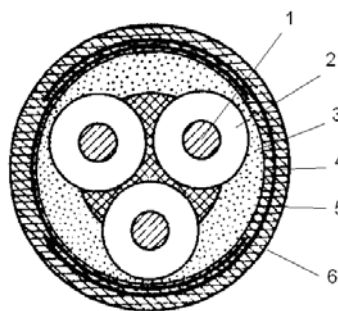


25- rasm. Kabel turi AVB_bSh_v li kuchli kabel konstruktsiyasi: 1– alyuminli tok o'tkazuvchi sim; 2– polivinilxlorid plastikatli izolyatsiya; 3– polivinilxlorid tasmaimon belbog' izolyatsiya; 4– ikki po'lat tasmali zirx; 5– polivinilxlorid plastikatli ekran; 6– polivinilxlorid plastikatli qobiq.

Kabel metalli ekrani mis yoki alyumin tasmasidan ishlab chiqarilgan, o'ralish paytida o'z-o'zini qoplagan holda tayyorlanadi, gofrlangan tasmalar esa bo'ylanmasiga o'tkaziladi. Xozirgi vaqtda ekran asosan mis tasmali qalinligi 0,15 – 0,25 mm qilib tayyorlanib, o'rash paytida tasma dastlabki o'ramni 710 mm qismini qoplaydi.

Kuchlanishi 10 kVli uchsimli kabel konstruktsiyasining izolyatsiyasi vulkanlangan polietilendan uchta bir simli, umumiy o'zakka o'ralangan holatda tayyorlanadi. Kimyoviy aktiv va portlashga havfli muhit kabellari, portlashga havfli barcha klassli zonalarning kimyoviy aktiv muhitda metall konstruktsiyalari beton, g'isht va boshqa qurilish asoslaridan o'tkazish uchun maxsus konstruktsiyasi kuchaytirilgan VBV va AVBV kabellari ishlab chiqarilgan. 26-rasmda VBV turdagi kuchli kabel konstruktsiyasi keltirilgan. Kabellar 0,66 kV o'zgaruvchan kuchlanishli mis yoki aluminiy simli qilib tayyorlanadi va 44- jadvalda kabel turlari keltirilgan.

Ushbu kabellar izolyatsiyasi polivinilxlorid plastikatini ikki po'lat tasmada zirxlangan va polivinilxlorid shlangga ega. Kabelning shakllangan polivinilxlorid plastikatli o'zagi atrofiga izolyatsiyalangan simlar burab yotqizilgan. O'zak kabel simlarini bir-biridan ma'lum aniq masofada ushlab turib, u kabelni mexanik yuklanish zarbidan saqlaydi. Bosqoplash usuli bilan buralgan simlar ustiga belbog' izolyatsiya yotqizilib, u o'z navbatida fazalaroro to'ldirgich vazifasini o'taydi.



26 - rasm. VBV turdagi kuchli kabel konstruktsiyasi:1– misli tok o‘tkazuvchi sim; 2– polivinilxlorid plastikatli izolyatsiya; 3– polivinilxloridli shakllangan o‘zak; 4– quyilgan polivinilxloridli to‘ldiruvchi izolyatsiya; 5– ruxlangan ko‘shpo‘lat tasmali zirx; 6– polivinilxloridli plastikatli qobiq.

44-jadval

Kabellar 0,66 kV o‘zgaruvchan kuchlanishli mis yoki aluminiy simli qilib tayyorlanadi

Kabel turi	Kabel sim soni	Asosiy kesim yuzasi, mm^2	Ilova
VBV	2	1,5 – 50	To‘rtsim kabel asosiy sim 1,5 – 16 mm^2 da noli bilan birhil kesim yuzali
	3,4	1,5 – 95	
AVBV	2	2,5 – 50	35 – 120 mm^2 simli kesimda noli sim kesim yuzasi-asosiyning 50%dan kam bo‘lmasligi kerak
	3,4	2,5 – 120	

**Kuchlanishi 1,0 kVli plastmassa izolyatsiyali uch-to‘rt simli kabel
diametri va massasi**

Sim soni va kesim yuzasi <i>mm²</i>	Tashqi diametri, <i>mm</i>		Massasi <i>kg/km</i>	
	AVVG	AVVBG	AVVG	AVVBG
3x16	19,0	23,8	400	907
3x25	22,1	26,8	541	1055
3x35	24,8	29,3	628	1248
3x50	28,5	33,0	855	1533
3x70	30,7	35,2	1076	1871
3x95	35,1	39,6	1308	2336
3x120	38,6	43,1	1626	2702
3x150	42,4	46,9	2047	3172
3x185	46,7	51,2	2458	5749
3x240	52,7	58,4	3347	5188
4x4	14,8	19,8	223	606
4x6	16,0	21,0	281	671
4x10	17,9	22,9	348	813
4x16	20,7	26,2	442	975
4x25	24,9	29,4	649	1264
4x35	27,3	31,8	804	1470
4x50	31,4	35,9	1073	1826

Ushbu usul yordamida kabel yumaloq shaklga ega bo‘lib, kabelni portlashdan xavfli qurilmaga kiritilganda osonroq zichlashtirish imkoniyatini beradi.

Belbog‘ izolyatsiya ustidan B_vSh_v turli ruxlangan po‘lat tasmali himoya qobig‘i yotqizilgan. Ushbu kabel konstruksiyasi kabelga ta‘sir etuvchi turli hil mexanik ta‘sirida qisqa tutashuv sodir bo‘lish extimoliligini kamaytirib, barcha klassli portlashga xavfli zonalarda uni qo‘llash imkoniyatini beradi.

46-jadval

Birsimli plastmassa izolyatsiyali kabel diametri va massasi

Bo‘limlangan sim kesim yuzasi, mm^2	Diametr mm, kabel turi kuchlanishi, kV			Massa mm, kabel turi kuchlanishi, kV		
	A_sVV 1 kV	AVEV 6 kV	A_sVV 10 kV	A_sVV 1 kV	AVAV 6 kV	AVEV 10 kV
1000	55	58,7	66,7	4330	5070	6240
1500	63	67,4	75,4	5900	6840	8190
1800	66	72,1	76,1	6900	7871	8561
2000	68	74,9	78,9	7500	8563	9285

12.3. Yuqori kuchlanishli plastmassa izolyatsiyali kabellar.

Tikilgan polietilen izolyatsiyali kuchli kabellar Rossiya AVV kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilib, kabel konstruktiv bajarilishi, texnik xarakteristikalar va ekspluatatsiya asoslari bo‘yicha xalqaro standart MEK 60502 – 2 ga mos keladi. Ushbu kabel o‘zgaruvchan kuchlanishi 6,10,20,35,110 va 220 kVga mo‘ljallanib A,V,S kategoriya yerlangan va neytrali izolyatsiyalangan tarmoqlarda elektr energiyasini uzatish va taxsimlashga mo‘ljallangan. Konstruksiya klimatik bajarilishi U, UXLga mos yerda va suvda yotqiziladi, joylashuvi GOST 15150 – 69 bo‘yicha 1 va 2 kategoriyaga to‘g‘ri keladi. Ishlab chikarilayotgan polietilen izolyatsiyali

bu kabellar oʻrta (10 – 35 kV) va yuqori (110 – 220 kV) kuchlanishlarga moʻljallab ishlab chiqarilib, yirik va oʻrta sanoati rivojlangan shaxarlarda qoʻllaniladi. Plastmassa izolyatsiyali kabellar 70 yildan boshlab oʻrta va yuqori kuchlanishli qogʻoz izolyatsiyali kabellarni almashtirishda qoʻllanilmoqda. Tikilgan polietilen izolyatsiyali kabellar oʻzining yaxshi dielektrik hossalari va yuqori termik chidamliligi jixatidan boshqalardan ajralib turadi. Yuqori termik va mexanik hossa oddiy polietilenga yangicha molekulyar bogʻlanish berish orqali yerilishinadi. Bu jarayon vulkanlash-kimyoviy hamda radiatsion tikish usullari orqali amalga oshiriladi. Molekulyar bogʻlanishni tikish materialariga elastik-rezinasi hossa berib yumshash temperaturasini koʻtaradi, hamda materialga yuqori dielektrik hossa beradi. Izolyatsiya materiali shu orqali katta ishchi temperatura oraligʻida ishlatish imkoniyatini yaratadi. Shu bilan birga kam mustahkamlik, engillik, konstruksiyasini va ekspluatatsiya xarakteristikalarini birmuncha yaxshilaydi. Tikilgan polietilen izolyatsiyali kabel AQSh, Kanadada 85%, Germaniyada va Daniyada 95%, Fransiya va Shvetsiyada 100% ni tashkil etadi.

Tikilgan polietilen izolyatsiyali kabel belgilanishi qoʻyidagicha: sim materiali-mis simli boʻlsa belgilanmaydi, aluminiyli boʻlsa *A* harfi boʻladi. Izolyatsiya materiali – *P_V* (vulkanlangan polietilen), zirx – *B* (ikkita poʻlat tasmali), *K_a* (yumaloq alumin simli), *P_a* (shakllangan alumin simli). Qobiq – *P* (polietilen), *P_u* (qobigʻi kuchaytirilgan polietilenli), *V* (polivinilxloridli plastik), *V_n G* (yonmaydigan PVX plastikli), *G* (ekrani boʻylamasiga suvda kengayadigan tasmali), *2G* (aylanasiga aluminiy tasmada zichlangan, boʻylamasiga suvda kengayadigan tasmali) – oxirgi ikki belgi qobiq

belgilanishidan so‘ng keltiriladi; Sim turi – belgisiz (ko‘psimli yumaloq) *OJ* (yumaloq) bir simli, vulkanlangan.

Tikilgan polietilen izolyatsiyali kabelning asosiy xarakteristikalarini quyidagicha.

Davomatli ruxsat harorati °C –	90
Avariya holatidagi ruxsat etilgan qizish °C –	130
Qisqa tutashuvdagi tokda ruxsat etilgan harorat °C –	250
Qizdirmay yotqizish harorati, °C –	minus 15 – 20
Nisbiy dielektrik singdiruvchanlik, ϵ –	2,4
Dielektrik enyergiya isrofi $tq\delta$ –	0,001
Yotqizilishdagi satxlar farqi –	cheklanmagan

Tikilgan polietilen izolyatsiyali kabelning shimdirilgan qog‘oz izolyatsiyali kabeldan ustunligi quyidagicha:

- simdagi ruxsat etilgan haroratni oshirilishi hisobiga yuqori o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lish. Qog‘oz izolyatsiyali kabelga nisbatan ruxsat etilgan yuklama tok 20-30% yuqori.
- qisqa tutashuvda yuqori qiymatli tok qiymatga ega.
- kichik diametri, kam og‘irlik va kichik egilish radiusi
- juda past xaroratda kabelni yotqizish imkoniyatiga ega.

Nominal kuchlanishi 10kV bir simli kabellar $P_vP(P_v P_u)$ $AP_vP (AP_vP_u)$, $P_vV(P_vV_{ng})$, $AP_vV(AP_vV_{ng})$ turlarida yumaloq mis yoki aluminiy simli, sim ustidan chala o‘tkazuvchi qatlamli, tikilgan polietilen izolyatsiyaga, izolyatsiya usti chala o‘tkazgichli qatlamga, chala o‘tkazuvchi tasmaga, polietilenli qobiqqa ega holda ishlab chiqariladi. Kabel bo‘ylamasiga zichligini ta‘minlash maqsadida chala o‘tkazishli tasma o‘rniga suvda shishadigan chala o‘tkazgich tasma, ajratuv tasmasi o‘rniga suvda

shishadigan tasma ishlatiladi. Turlari $P_V P$, $AP_V P$, $P_V P_U$, $AP_V P_U$ bo‘lgan kabellar yerda yotqizishga xamda yong‘inga qarshi chora ko‘rilgan xavo sharoitlarida yotqizishga mo‘ljalangan. Bo‘ylamasiga zichlangan kabellar yuqori namlikka ega yerlarda va zax, qisman isitiladigan inshootlarda qo‘llaniladi. Turlari $P_V V$, $AP_V V$, $P_V V_{NG}$, $AP_V V_{NG}$ bo‘lgan kabellar kabel qurilmalari, sanoat inshootlari, hamda quruk yerlarda yotqiziladi. Oxirgi ikki turdagi kabellar yana guruhli yotqizishda xam qo‘llaniladi.

Ko‘p tolali aluminiy simli kabellarga yuklanadigan kuchlanish 30 N/mm^2 dan, birsimligida 25 N/mm^2 , mis simli kabellarga yuklanadigan kuchlanish esa 50 N/mm^2 dan ortmasligi kerak.

Mis va aluminiy simli kuchlanish 10 kV kabel kesim yuzalariga nasbatan davomatli ruxsat toklari, kabel yerda yotqizilgan holatida quyidagi 47-jadvalda keltirilgan.

47-jadval

Mis va aluminiy simli 10 kV kabellar yerda yotqizilgani

Sim nominal kesimi, mm^2	Mis simli kabel yotqizilish holati (yerda), A		Aluminiy simli kabel yotqizilish holati (yerda), A	
	tekislik	uchburchak	tekislik	uchburchak
50	230	220	175	170
70	280	270	215	210
95	535	320	260	250
120	380	360	295	280
150	430	410	330	320
185	485	460	375	360
240	560	530	440	415
300	640	600	495	475

400	730	680	570	540
500	830	750	550	610
630	940	830	750	680
800	1030	920	820	735

Mis va aluminiy simli kuchlanishi 10 kV kabel kesim yuzalariga nisbatan davomatli ruxsat toklari, kabel havoda yotqizilgan holatda 48 - jadvalda keltirilgan.

48-jadval

Mis va aluminiy simli 10 kV kabellar havoda yotqizilgan

Sim nominal kesimi, mm^2	Mis simli kabel yotqizilish holati (havoda), A		Aluminiy simli kabel yotqizilish holati (havoda), A	
	tekislik	uchburchak	tekislik	uchburchak
50	290	245	225	185
70	360	300	280	295
95	435	370	340	285
120	500	425	390	330
150	560	475	440	370
185	635	545	390	425
240	745	645	440	505
300	845	740	505	580
400	940	845	595	675
500	1050	955	680	780
630	1160	1115	1075	910
800	1340	1270	1185	1050

Kabellar bir sekundli qisqa tutashuvdagi ruxsat toklari qo‘yidagi 49 - jadvalda keltirilgan ($U_n \approx 10 \text{ kV}$)

49-jadval

Kabellar bir sekundli qisqa tutashuvdagi ruxsat toklari

Sim nominal kesimi, mm^2	Kabel sekundli qisqa tutashuv ruxsat toki KA	
	Mis simli	Aluminiy simli
50	7,15	4,7
70	10,0	6,6
95	13,6	8,9
120	17,2	11,3
150	21,5	14,2
185	26,5	17,5
240	34,3	22,7
300	42,9	28,2
400	57,2	37,6
500	71,5	47,0
630	90,1	59,2
800	114,4	75,2

Mis va aluminiy simli, kuchlanishi 20, 35 kV, kabel kesim yuzalariga nisbatan davomatli ruxsat toklari kabel yerda yotqizilgan holatida qo‘yidagi 50-jadvalda keltirilgan.

**Mis va aluminiy simli, kuchlanishi 20, 35 kV, kabellar yerda
yotqizilgan**

Sim nominal kesimi, mm^2	Mis simli kabel yotqizilish holati (yerda), A		Aluminiy simli kabel yotqizilish holati (yerda), A	
	tekislik	uchburchak	tekislik	uchburchak
50	230	225	185	175
70	290	270	225	215
95	345	325	270	255
120	390	365	305	290
150	495	415	350	330
185	490	465	390	370
240	570	540	450	425
300	650	615	510	480
400	750	700	600	550
500	855	780	685	620
630	950	860	770	690
800	1050	970	850	700

Mis va aluminiy simli, kuchlanishi 35 kV kabel kesim yuzalariga nisbatan davomatli ruxsat toklari, kabel havoda yotqizilgan holatida qo‘yidagi jadvalda berilgan.

Nominal kuchlanishi 110 va 220 kV tikilgan polietilen izolyatsiyali kabel ham dastlabkidek $P_V P$ ($P_V P_U$), $AP_V P$ ($AP_V P_U$), $P_V V$ ($P_V V_{NG}$), $AP_V V$ ($AP_V V_{NG}$) turlariga ega bo‘lib, konstruktiv tuzilishi 10 – 35 kV kuchlanishli

kabellarga o'xshash. Kuchlanishi 110 kV bo'lgan kabel texnik xarakteristikasi quyidagi 51-jadvalda keltirilgan.

51-jadval

Mis va aluminiy simli, kuchlanishi 35 kV, kabellar havoda yotqizilgan

Sim nominal kesimi, mm^2	Mis simli kabel yotqizilish holati (havoda), A		Aluminiy simli kabel yotqizilish holati (havoda), A	
	tekislik	uchburchak	tekislik	uchburchak
50	290	250	225	190
70	305	310	280	240
95	440	375	345	295
120	503	430	395	340
150	575	490	450	395
195	660	560	515	450
240	750	650	595	515
300	645	745	680	595
400	955	880	785	700
500	1060	980	680	795
630	1185	1130	970	900
800	1340	1285	1100	1025

Kuchlanishi 110 kV bo'lgan kabel texnik xarakteristikasi

Sim kesim yuzasi, mm^2	185	240	300	350	400	500	630	800	1000
Ekran kesim yuzasi, mm^2	35	35	35	35	35	35	35	35	35
Izolyatsiya qalinligi mm^2	16	16	16	16	15	15	15	15	15
Qobiq qalinligi, mm^2	3,0	3,0	3,2	3,2	3,4	3,4	3,6	3,6	3,8
Kabel diametri, mm^2	64	66	69	70	70	74	77	81	86
Sig'imi mkf/km	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17	0,19	0,20	0,24

Kuchlanish 220 kV li kabel xarakteristikasi quyidagi 53-jadvalda keltirilgan.

Kuchlanishi 220 kV kabel xarakteristikasi

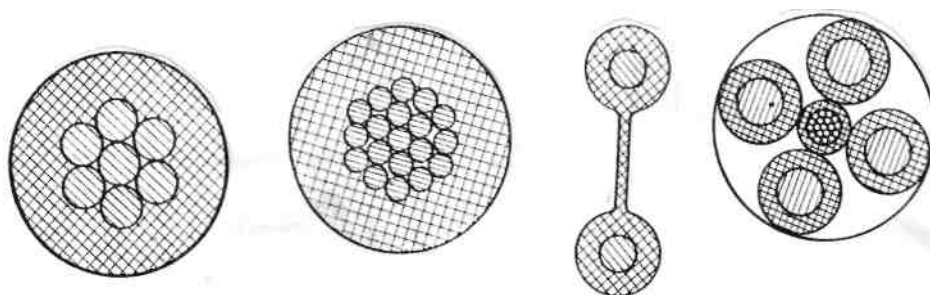
Sim kesim yuzasi mm^2	630	800	1000
Ekran kesim mm^2	150	150	150
Qobiq qalinligi, mm^2	26,0	25,0	25,0
Izolyatsiya qalinligi	4,0	4,0	4,0
Kabel diametri mm^2	107	111	115
Sig'im, mkf/km	0,13	0,15	0,16

Yuqori kuchlanishli tikilgan polietilen izolyatsiyali kabel, yuqori bosimli moy to'latilgan kabelga nisbatan quyidagi afzaliklarga:

- kabel simi ruxsat temperaturasi yuqoriligi hisobiga katta o‘tkazuvchanlik xususiyati;
- qisqa tutashuvda yuqori termik bardoshlik tokiga;
- kam ogirlikka, kichik diametrga hamda kabel qurilmalarida yotqizilish osonligiga;
- moy oqmaslik va satx farqining ta’sir etmasligi;
- shikastlanganda tezda ta’irlanish va boshqa afzaliklarga ega.

12.4. Plastmassa izolyatsiyali simlar

Ko‘p plastmassa izolyatsiyali simlar qobiq va himoya qoplamasiz tayyorlanadi. Plastmassa chunki plastmassa nurdan, namdan himoya talab etmay, engil mexanik ta’sirga chidamli bo‘ladi. Plastmassa izolyatsiyali ikki-uch simli simlar bir-biriga parallel yotqiziladi. Ikki sim orasida 5 mm kenglik va 0,65 qalinliqda ajratgich hosil qilinib, u simni devor, shipga o‘rnatishda xizmat qiladi. Uch sim orasi ham zichroq ajratgich asosli qilib bajariladi. 27- rasmda plastmassa izolyatsiyali simlar keltirilgan bulib, bir-biridan sim turi, izolyatsiyasi (PVX, PE yoki modifikatsiyalari) va uning qalinliklari bilan farqlanadi. AVP, PV – 1, APPV, PPV, APVU, PV – 2, PV – 3, PV – 4 simlari $V=380, 660$ Vli sim kesim yuzalari $0,5 - 120 \text{ mm}^2$ ga teng izolyatsiya qalinligi $0,6 \div 1,8 \text{ mm}$, AVT, AVTU, AVTV, AVTU izolyatsiyali $0,7 - 1,4 \text{ mm}$, PSVL, PSVLU izolyatsiyasi $0,5 - 1,0 \text{ mm}$ qalinlikda, kuchlanishi 220, 380, 660, 1100 V ga teng qilib tayyorlanadi.



27- rasm. Plastmassa izolyatsiyali simlar konstruksiyalari.

12.5. Plastmassa va parda izolyatsiyali simlar.

PPLBO o‘rama simi mis simli, ustiga 3 ta lavsan (PETF) tasma va bir qatlam paxta-qog‘oz to‘qima qatlami beriladi. Bu simlar elektr yuritgich chulg‘ami uchun mo‘ljallangan. PETVPDL – 3; PETVLPTL – 4 sirlangan PETV tur simdan tayyorlanib, uch va to‘rt qatlam PETF parda, ikki qatlam lavsan tolada o‘rab lok bilan elimlab shimdirilib issiqlik ishlovi beriladi. Simlar teshilish kuchlanishi 3,5 – 4,5 kV ga teng.

PPVP, PPVM turli o‘rama simlar suvga botiriladigan elektr yuritgichlarda qo‘llaniladi. Sim yuzasi qo‘sh PEVP, PENP polietilen tasma bilan o‘raladi.

PVDP – 1(2) turli simlari mm misli simda tayyorlanib sirlangan PEV – 2 sim asosida, PETV – 2 – TS esa PES – 1(2) asosida tayyorlanib yuzasiga PE yotqiziladi.

MPF, PPFN – G, PPFN – K o‘ramli simlar botib turuvchi elektr yuritgichlarida qo‘llaniladi, ular mis sim asosida yuzasiga F–4 va poliimid-ftoroplastli G –150 parda qoplanadi va termoishlov beriladi.

13. REZINA IZOLYASIYALI QUVVATLI KABELLAR.

Rezina izolyasiyali kabellar juda ham egiluvchan bo‘lishi bilan birga, ularning elektr izolyasiya xususiyati qog‘oz va plastmassa izolyasiyali kabellardan anchagina past hisoblanadi. Rezina izolyasiyali kabel teshilishi asosan ozon ta‘sirida (havo bo‘shlikdarida ionlashuv) vujudga keladi. Bundan tashqari vaqt o‘tishi bilan rezina elastikligi yo‘qola borib, fizik - mexanik va elektr izolyasiya xususiyatlari keskin pasayadi.

Rezina izolyasiyali kabel qo‘zg‘olmas holda yotqizishga mo‘ljallanib 660 V li o‘zgaruvchan (yoki 1000 V o‘zgarmas tok), hamda 3 va 6 kV

o'zgarimas tokka mo'ljallab tayyorlanadi. O'zgaruvchan tokli kabel mis yoki alyuminiy simli, sim soni 1 - Zta , kesim yuzasi 1-300 mm² qilib tayyorlanadi (GOST 22483-77).

Turi: AVRБ(VRB), AVRБG(VRBG), AVRБ_N(VRБ_N), AVRГ(VRG), AVRТB(VRTB), VRБG(VRBG), AVRТB_N(VRTB_N), ANRB(NRB), ANRG(NRG), ASRB(SRB), ASRG(SRG). Kabel izolyasiyasi uchun RTI RTEPI rezinasi qo'llanilib uning qalinligi kuchlanishga nisbatan quyidagicha:

Kuchlanish kV	0.66	3	6
Izolyasiya mm	1-2.8	1.8-3.8	3.0-4.0

Rezina izolyasiyali kabel 1, 2, 3 klass bo'yicha 3, 6, 10 kVli kabellar sim kesim yuzasi 1.5-500 mm² ga teng qilib chiqariladi. Bu kabellar PVX plastik qobiqli, qo'sh po'lat tasmali zirx va tashqi qoplamali yoki usiz tayyorlanadi. Natriy asosdagi rezina qoplamada qo'llanilib, u odatda yonmaydi. Ba'zi kabellar qo'rg'oshin qobiqli qilib tayyorlanadi.

13.1. Rezina izolyasiyali simlar.

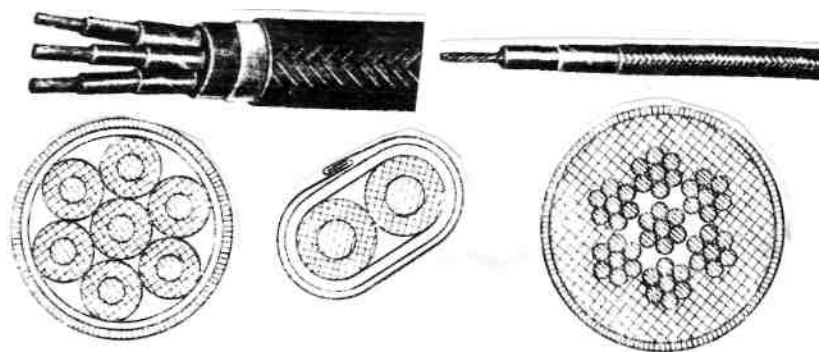
Bunday simlar tok o'tkazgich simlari (mis, alyuminiy) izolyasiya turi, sim egiluvchanligi, qobiq va himoya qoplamasi materiallari (rezina va plastmassali qobiq, tolali yoki simli to'qima, metalli qobiq) bilan farqlanadi. Rezina izolyasiyali asosiy sim kesim yuzasi 0.75-150mm², qo'shimchasi 0.75-50mm².

Uch simli PRTO va APRTO simlari o'zining yerlovchi yoki nolli simlariga ega. Sim kesim yuzasi ortgani sari izolyasiya qalinligi ham orta boradi. Izolyasiya qalinliklari: PRP, PRTO, APRTO da - 1.0÷1.8 mm, PRI, APRI, PRGI - 1.2÷2.2 mm, PRN, APRN; PRGN - 0.8÷1.5 mm, APPR -

1.6÷1.8 mm, PRRP APRF, PFR, PRFl - 1.0÷1.8 mm, PVBL, PVKF, PVKV - 0.6÷1.6 mm(3808)÷1.0÷(660V), RKGM, RKGMPM- 0.8÷1.8 mm, ART- 1.2÷2.0 mm, PRD-PRVD-0.6 mm, PRG-6000 ÷ 3.2 ÷ 3.8 mm bo‘lib qobiq qalinligi PRN, APRN, PRGN simlarida 0.4 - 0.7 mm ga teng ART simi ko‘taruv trosi kesim yuzasi 2*2.5 ÷ 4*6 mm² asosan 19 ta diametri 0.5 mm po‘lat simlardan, kesim yuzasi 4*10 ÷ 4*35 mm² 49 ta diametri 0.5mm li po‘lat simlardan iborat. Buralgan tros ustki qismiga rezinali izolyasiya qoplanadi. Uning uzilish kuchlanganligi 6 va 12 kN. Izolyasiyalangan sim tros atrofida o‘ng yo‘nalishda 10 ÷ 12 D qadamda buraladi. Izolyasiyalangan PRD simga paxta tola to‘qiladi, kesimi 2.5 mm² gacha PRVD simiga PVX plastikat ($\Delta=0.2$ mm) qoplanadi.

PRG - 6000 simiga PETF parda qoplanadi va RTI-1 rezinada izolyasiyalanadi, ustidan paxta tola to‘qima yotqiziladi.

PRP va PRRP simlari 16 D qadamda buraladi, qolgan simlar esa parallel



28-rasm. Rezina izolyatsiyali kabel.

yotqiziladi. PRP sim ustiga ikki rezinkalangan tasma va ruxlangan $d=0.3$ mm li po‘lat sim to‘qiladi. PRP, PRRP simlari 16 D qadamda buraladi, qolgan simlar parallel yotqiziladi. PRRP simida qo‘shimcha PETF tasma

yoki boshqa to‘qima yotqiziladi. To‘qima ustidan rezina so‘ng diametri 0.3mm li ruxlangan po‘lat to‘qima yotqiziladi.

Kesim yuzasi 16mm² da katta PRGN va PRGN simlarida izolyasiya yotqizilishida sim va izolyasiya oralig‘iga PETF pardali separator yotqiziladi.

Izolyasiyalangan PRTO, APRTO simlari 20 D qadamda buraladi va PETF tasmasi yotqiziladi. Sim soni 4 va undan ko‘p bo‘lsa, izolyasiya ranglari farq qilinadi. Yerlovchi simda bu rang ko‘k - sariq bo‘ladi.

14. KABEL TURLARI.

14.1. Egiluvchan shaxta kabellari.

Quvvatli ko‘mir ishlab chikarish komplekslar elektr ta‘minoti uchun kuchlanishi 1,14 va 6 kV bo‘lgan EVT turdagi mis simli aralash shaxta kabellari ishlab chiqariladi.

Kabellar asosan to‘rt va sakkiz simli qilib tayyorlanib, sakkiz simlida ikki ko‘rinishidagi kuchli va nazorat kabellari moslashtirilgan.

Bunday kabellar uch asosiy va yerlovchi simlardan tashqari to‘rt yordamchi simlarni o‘z ichiga olib, ular taqsimlash punkti distansion boshqarish va dispetcherlik ta‘minotiga mo‘ljalangan 0,66 kV gacha o‘zgaruvchan kuchlanishda ishlaydi.

Izolyatsiya qalinligi 1,14 kV da 2,2 – 2,4 mm, 6 kV da 3,5 mmga teng qo‘shimcha sim izolyatsiya qalinligi 1 mm polivinilxlorid plastikatidan tayyorlanadi. Izolyatsiya ustidan qalinligi 0,08 mml mis ekrani yotqiziladi.

Asosiy va qo‘shimcha sim izolyatsiyalari rangi yoki raqami bilan farqlanadi. Simlar o‘ralganda oraliqlari polivinilxlorid chilviri bilan to‘latiladi. Ekran ustki qismiga polivinilxlorid tasmasi 1,2 mm qalinlikda yotqiziladi, keyin diametri 0,5 – 0,8 mmga teng ettita ruxlangan po‘lat

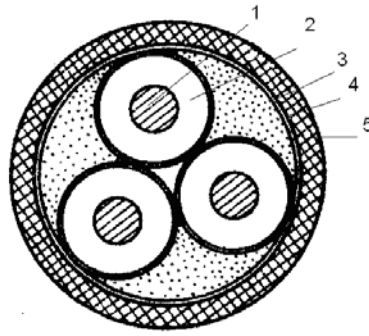
simlari, bir qatlam polivinilxlorid tasmasi, so‘ng polietilentyereftalat parda yoki rezinkalangan to‘qima va polivinilxlorid qoplamasi yotqiziladi.

Ximoya qoplama konstruktsiyasi kabelga etarli egiluvchanlik beradi. Bu zaruriyat kabelni ekspluatatsiya davrida vaqti-vaqti bilan siljitish natijasida talab etiladi. Ekspluatatsiya mobaynida kabel 400 marotoba istagan tekislikda o‘z o‘qchi atrofida egilishi kerak. Konstruktsiya 120 KN ezilish kuchlanganligi izolyatsiyasi teshilmasdan ushlay olishi kerak.

14.2. Kuchlanishi 0,66 – 1 kVli aralash kabellar

Qishloq xo‘jalik mashinasi ta‘minoti va boshqaruvi uchun kuchlanishi 0,66 kV bo‘lgan, to‘rt asosiy kesim yuzasi 10 mm^2 va qo‘shimcha kesim yuzasi $1,5 \text{ mm}^2$ bo‘lgan mis simli PVGE turli kabel ishlab chikarilgan.

Asosiy simlar elektr yuritichlar, qo‘shimcha simlar boshqaruv va nazorat zanjirlari ta‘minotiga mo‘ljallangan. Asosiy va qo‘shimcha simlar o‘ramidan tashkil topgan kabel o‘zagi yuzasida mustahkamlovchi polietilentyereftalat tasmasi o‘tkazilib, ichki va tashqi polivinilxlorid plastikatidan iborat qobiq berilgan. Zanjirlarni tashqi elektr maydoni ta‘siridan himoyalash va xavfsizlik talabidan javob berishi uchun qobiqlar oralig‘ida aluminiy zarqog‘ozidan tashqil topgan ekran qo‘llaniladi. Mexanik ta‘sir ostida kabelni egilishiga bo‘lgan chidamlilik talabini qondirish uchun asosiy simlar ko‘p tolali yumshoq mis simlarda bajarilgan. Sim izolyatsiyasi past zichlikka ega polietilendan tayyorlangan. Asosiy sim izolyatsiyasi 0,8 mm dan kam bo‘lmagan qalinlikka, qo‘shimchalari 0,6 mm dan ortiq bo‘lishlari kerak. Barcha qo‘shimcha simlar rangli navlanishga ega. Ushbu kabel konstruktsiyasi 29-rasmda keltirilgan.



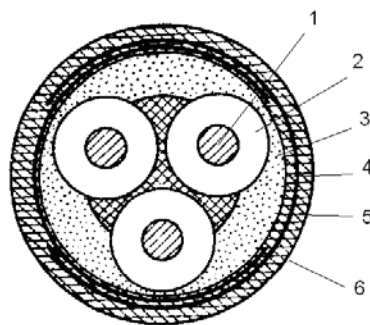
29- rasm. PVGE aralash kabel konstruktsiyasi: 1– polietilen bilan izolyatsiyalangan misli asosiy ko‘ptolali sim; 2– polietilenda izolyatsiyalangan qo‘shimcha mis simi; 3– polivinilxlorid plastikati ichki qobiq; 4– aluminiy qo‘sh tasmali ekran; 5– polivinilxlorid plastikati tashqi qobiq.

Kabel ko‘p karrali chastotasi 40 – 80 zarba urilish tezlanishi $3/s^2$ ko‘p karrali zarba mexanik ta’sirida ishlatilishi mumkin. Kabel konstruktsiyasi sinusoidal zirillash ta’siriga chidamlidir.

Polivinilxlorid plastikatiga maxsus resteptura kiritilib, uning quyosh radiastiyasi ta’siriga bo‘lgan chidamligi oshiriladi, simlari bo‘linmagan kesim yuzasi katta kabellar. Kuchlanishi 1 kV gacha taqsimlash tarmog‘idagi yug‘on simlarni almashtirish uchun AVV, AV_GV turdagi katta kesim yuzali simlari bo‘limlangan bir simli kabellar keng miqiyosda qo‘llanilmoqda. Kabellar aluminiy simli, kesim yuzasi 1000 va 1500 mm² ga teng izolyatsiya va qobig‘i polivinilxlorid plastikatdan iborat. Kabel tok o‘tkazuvchi simi uch yoki to‘rt zichlangan sektor bo‘limli sim tolalaridan tashkil topgan. Kabel konstruktsiyasi va element quyidagi 30-rasmda keltirilgan.

Kabel qurilish uzunligi 200 mdan kam bo‘lmaydi. AV_T V kabel izolyatsiyasi issiqqa bordoshli NT – 105 plastikati AVV kabeli N 40 – 13 yoki N 40 – 13 A plastikatida bajariladi. Ushbu kabellar o‘zgarmas kuchlanishli elektr tarmog‘iga 25 kV kuchlanishda ishlatilishi mumkin. Suv ostida yotqiziladigan kabellar kuchlanishi 1 va 6 kV bo‘lgan suv osti kabel

tarmoqlari uchun, polietilen izolyatsiyali (PK turli) yumaloq shaklga ega mis simli kabellar ishlab chiqiladi.



30-rasm. AVV turdagi simlari bo‘limlangan birsimli kabel konstruktsiyasi: 1– aluminiy tok uzatuv simi izolyatsiyalangan bo‘limi; 2– zichlangan polivinilxlorid izolyatsiyali sim bo‘limi; 3– polivinilxlorid plastikati tasmali yoki rezinkalangan to‘qimali tasmada izolyatsiyalangan kabel simi; 4 – polivinilxlorid plastikatli qobiq.

Kabel sim kesimi $16 - 50 \text{ mm}^2$ birsimli $70 - 120 \text{ mm}^2$ kesimlari ko‘p tolali zichlangan yoki zichlanmagan qilib tayyorlanadi. Kabel tok o‘tkazgich simlari yuqori bosimli polietilenda zichlangan. Izolyatsiyalangan simlar bo‘rab o‘zak xajmiga keltirilgan va polietilen yoki shimdirilgan kabel to‘qimasi bilan to‘latilgan. O‘ralgan simlar ustidan polietilentyereftalatli ikki tasma yoki rezinkalangan to‘qima va zirx ostidan qalinligi 1,5 mml shimdirilgan kabel tolali yostiqla qo‘llaniladi. Kabel himoya qoplamasi K turga ega (GOST 7006–72). Ushbu kabel chuqurligi 50 metrgacha bo‘lgan suvda yotqiziladi. Kabel xizmat muddati 10 yil bo‘lib, qurilish uzunligi 800 m dan ortiq.

Neft ishlab chiqish joylari va dengizda joylashgan boshqa ob’ektlar elektr ta’minotida kuchlanishi 35 kV vulkanlangan polietilen izolyatsiyali, mis simga ega, bir simli kabellar ishlab chiqariladi. Kesim yuzasi 95 yoki 120 mm^2 bo‘lgan yakka mis simga ega kabel, kabel konstruktsiyasi bo‘ylab gyermetizatsiya ta’minlaydi. Tok o‘tkazuvchan sim yuzasiga qalinligi 1 – 1,2 mml vulkanlangan elektr o‘tkazuv qatlam va qalinligi 0,4 – 0,6 mml

vulkalangan polimerli emulsiya qatlami yotqiziladi. Qalinligi 7,5 mli izolyatsiya qatlami va qalinligi 1 – 1,2 mli vulkalangan elektr o‘tkazuvchi kompozitsiya birgalikda gaz vulkanlovchi agregatda yotqiziladi. Kabelning metalli ekрани gofrlangan mis tasma-asosida bajarilgan. Metal ekran yuzasiga qalinligi 2 mm bo‘lgan termoplastik polietilen asosida qobiq va diametri 2,4 mm ruxlangan po‘lat simli ximoya qoplami, hamda tashqi qobig‘i polietilen bilan ximoyalaniadi.

14.3. Shlangli kabellar

Ushbu guruhdagi kabellar tog‘-kon sanoati, qurilish va melioratsiyada qo‘llaniladi.

Yer qazish mashinalari kabeli neytral yerlangan tarmoqli joylarda ishlatilib, u mis simli, egiluvchan, 6 kVga mo‘ljallab tayyorlangan. Ushbu kabellar siljuvchan ekskavator, ko‘taruv qurilmasi, mexanizm va x.q. qo‘llaniladi.

Yer qazishda qo‘llaniladigan kabellar 6, 10, 35 kV kuchlanishga mo‘ljallanib, asosiy simlar 3 ta, qo‘shimchalari (yerlovchi) 1 – 3 ta, simlarning kesim yuzasi 10 – 150 mm² (6 kV) 10 – 25 mm² (35 kV). Bu kabel simlari 4 – (6 – 10 kV) va 5 – (35 kV) klassli qilib tayyorlanadi. Sim tashqi o‘rami chap, qolganlari esa o‘ng yo‘nalishda o‘raladi. Ba’zi kabel mis simi qalaylanadi (6 kV). Turi: KGE, KGET, KShVGT, KShVGE.

Kabel asosiy tok o‘tkazish simlari rezina bilan izolyatsiyalanib, sim va izolyatsiya ustidan rezinali ekran yotqiziladi. Kabel barcha simlari buralib, ustki qismidan elektr o‘tkazuvchi rezinadan umumiy ekran, so‘ng rezinali qoplama yotqiziladi. Tashqi rezinali qoplama ikki qatlamli bo‘lib, ichki qatlam qalinligi 3 mm va tashqi qatlam 5-6 mm qalinlikda tayyorlanadi. Qatlamlar oralig‘ida esa rezinalangan to‘qima qo‘llaniladi.

14.4. Shaxta kabellari

Yer osti shaxta transformatorlaridan xarakatlanuvchi mashina va mexanizmlarga elektr enyergiya egiluvchan shaxta kabellari orqali uzatiladi. Kabel 1,14 va 6 kV ga mo'ljallanib, asosiy simlari 3 ta (ba'zida 1 dan 6 gacha), yerlovchi sim –1 ta, qo'shimcha sim-1 dan 9 tagacha qilib tayyorlanadi.

EVT turli kabel 1,14; 6 kVli 1 va 2 klassdan tayyorlangan, izolyatsiya qalinligi mos ravishda 2,2 – 2,4 mm va 3,5 mm olinadi, qo'shimcha sim izolyatsiya qalinligi 1 mm PVX plastikatidan tashkil topgan. Izolyatsiya ustidan misli ($\Delta = 0,08$ mm) ekran yotqazilgan. Asosiy va qo'shimcha sim izolyatsiyasi rangi yoki raqami bilan ajraladi. Sim o'ralganida oraliqlari PVX chilviri bilan to'latiladi. Uralgan simlar ustidan misli tasma yotqiziladi, ekran ustidan esa PVX tasmasidan iborat belbog izolyatsiya $\Delta=1,2$ mm yotqiziladi, so'ng etti ruxlangan po'lat simli zirx ($\phi = 0,5-0,8$ mm), bir PVX plastikatli tasma, PETF pardasi yoki rezinkalangan to'qima va PVX qoplamasi yotqiziladi. KGESH, KGESH T turli egiluvchan kabel ko'mir ishlab chiqarish mashina va mexanizmlarida qo'llanilib, 1,14 kV o'zgaruvchan kuchlanishli (qo'shimcha simlari 220 V gacha), sim harorati 75°Cgacha ishlaydi. Kabelda uch asosiy va bir yerlovchi yoki uch asosiy, bir yerlovchi, uch qo'shimcha simga ega. Asosiy sim kesim yuzasi 4 – 95 mm². Tok o'tkazuvchi 1,5 va 10 mm² sim 5 klassga mos, 2,5 – 6 mm² va 16 – 95 mm² 4 klassga mos (GOST 22483–77).

Sim tolalari strengaga, strengalarda simga o'ralishi bir-o'ng yo'nalishda bajariladi. Asosiy va qo'shimcha simlar RTI – 1 rezinada $\Delta_{as}=1,6-2,2$ mm, $\Delta_{qo'sh}=1,2$ mm qalinliqda yotqiziladi.

Asosiy sim izolyatsiyasi ustidan elektr o'tkazuvchi rezina 0,5 mm qalinlikda yotqiziladi. Yerlatuvchi sim 0.8 mm qalinlikdagi rezina bilan qoplanadi. Simlar dastaklanib o'ralib, sintetik parda bilan o'raladi va RShN– 1 turli rezina qobiq bilan qoplanadi.

GRShEP turli ekranlangan kabel kesim yuzasi 10 – 70 mm²li 3 ta asosiy, 1 yerlovchi va 5 ta qo'shimcha simga ega bo'lib, qazuvchi kombaynlarda qo'llaniladi. Tok o'tkazuv simlari 4 klassga mos keladi (GOST 22483–77). Asosiy simlar o'ng yo'nalishda buralib, qo'shimchalari - chap yo'nalishda buraladi. Asosiy va qo'shimcha simlar RTI – 1 turli rezina izolyatsiyalanadi. Asosiy sim izolyatsiyalari ustidan 0,5 mm li elektr o'tkazuvchi rezina yotqaziladi. Qo'shimcha simlar o'zaro izolyatsiya rangi bilan farqlanadi yoki raqamlanadi, ular dastaklanib chap yo'nalishda buraladi va rezinkalangan to'qimada qoplanadi. Barcha asosiy va qo'shimcha simlar dastaklanib lavsan tolalari bilan oralikdari to'latilib o'ng yo'nalishda buralib ikki qatlamli qilib yotqiziladi. Kabel uzunligi 150 metrdan ko'p olinadi.

KGVEUSH turli egiluvchan shaxta kabeli ko'mir kombaynlari va boshqa harakatlanuvchan mashinalarni o'zgaruvchan kuchlanish (asosiylari – 660 V, qo'shimchasi – 380 V) da tarmoqqa ulanadi. Kabel 6 ta asosiy 5÷6-50 mm², bir yerlovchi va 5 qo'shimcha simga ega kesim yuzasi 2,5; 6; 10 mm² simlar 5 klass bo'yicha buralib, qolganlari 4 klassda buraladi. Asosiy va qo'shimcha simlar yuzasiga PVX plastik izolyatsiyasi yotqaziladi, asosiy simda izolyatsiya qalinligi 1,4–2,8 mm, qo'shimchalarida 0,8 – 1,0 mm, tashqi qobiq 4 mm qalinlikda bo'ladi. Sim izolyatsiyasi rangi bilan farqlanadi. Izolyatsiya ustidan grafit polimerli ekran yotqiziladi 5 qo'shimcha izolyatsiyalangan sim va

izolyatsiyalanmagan zaminlovchi sim lavsanli o‘zak atrofida o‘raladi. Olti ekranlangan sim qo‘shimcha simga o‘raladi va sintetik materialli tasma bilan qoplanadi, uning ustidan 18 ta metallkordli yoki po‘lat simli chilvir yotqiziladi va PVX plastikatli qobiq yotqiziladi.

KGEShU turli egiluvchan kabel 1140 V kuchlanishda tayyorlanib, shaxta harakatlanuvchi mashina va mexanizmlarga mo‘ljallangan. Kabel uch asosiy $S=50 - 95 \text{ mm}^2$ rezina izolyatsiyali sim, bir yerlatuvchi va olti (to‘qqiz) qo‘shimcha simga ega. Kesim yuzasi 2,5 va 10 mm^2 sim 5 klass bo‘yicha, $50 - 95 \text{ mm}^2$ sim 4 klass bo‘yicha tayyorlangan. Yerlovchi sim rezina yoki sintetik ip o‘zaklariga o‘raladi. Asosiy simlarga 2,0 – 2,2 mml rezina izolyatsiya, qo‘shimcha simlarga 1,0 mm rezina va elektr o‘tqazuvchi ekran yotqiziladi. Umumiy dastakli sim ustidan sintetik parda yotqaziladi va 2,0 mml RShN – 2 rezina yotqizilib, uning ustidan 3,0 mml RShN-1 rezina qoplanadi.

KOGVESH turli egiluvchan shaxta kabeli shaxta burg‘i asbobini 660 Vli o‘zgaruvchan kuchlanish manbaiga o‘lashga xizmat qiladi. Kabel tok o‘tkazuv simi 5 klassda bir tomonga o‘ralib tayyorlanadi. Asosiy va qo‘shimcha simlarga PVX plastikasidan 1,2 mm qalinlikda izolyatsiya yotqiziladi, so‘ng grafitpolimerli ekran qoplanadi. Simlar sintetik tolali o‘zakka o‘ralib, ustidan sintetik parda yotqiziladi. Izolyatsiya o‘zaro rangi bilan farqlanadi. Kabel uzunligi kamida 150 m olinadi. Kabel 2,0 yoki 2,5mm qalinliqdagi PVX plastikatli qobiq bilan qoplanadi.

AShP turli shaxta chirog‘i chilviri yoritgichni 12 V li akkumlyator batareyasiga ulashga xizmat qiladi. Sim kesimi 1 mm^2 6 klass bo‘yicha tayyorlanib RTI – 1 rezinali $\Delta = 0,6 \text{ mm}$ qalinlikda izolyatsiya qoplanadi. Sim ikkita bo‘lib chap yo‘nalishda buraladi, izolyatsiya turli rangda

tayyorlanadi. O‘ralgan sim ustidan moyga chidamli, yonmaydigan 1,4 mm li rezina qoplanadi. Chilvir uzunligi 42 metrdan ortiq tayyorlanadi.

AShS turli 6 simli shaxta chilviri bosh yoritgichni ulashga xizmat qiladi; yoritgichda metan miqdorini aniqlaydigan datchik bor, manba 12 V dan kuchlanishda ta‘minlanadi. Chilvir 3 simli 1,0 mm² kesim yuzali, 3 simli 0,35 mm² kesim yuzani PVX plastik izolyatsiyali $\Delta = 0,6 \div 0,7$ mm qalinlikda tayyorlanadi. Sim konstruktsiyasi 5 klassda tayyorlanadi. Izolyatsiyalangan simlar mustahkamlovchi o‘zakka o‘ng yo‘nalishda burab tayyorlanadi.

VP turli sim portlatish ishlarida qo‘llanilib, qisqa vaqtli ishlatilish 380 V, bir lahzali qo‘llanilishi 500 V o‘zgaruvchan kuchlanish va 1,2 kV o‘zgarmas kuchlanishga mo‘ljallangan, bir yoki ikki simli qilib tayyorlanadi. Sim diametri 0,5 yoki 0,8 mmli kuydirilgan mis simdan tayyorlanib, unga 0,35 va 0,6 mm turli rangda PE izolyatsiyasi yotqiziladi. Birinchi sim uzunligi – 1000m gacha, ikkinchisi – 400 m gacha tayyorlanadi

14.5. Neft sanoati kabellari

Bu kabellar neft qazib olish sanoatida neft nasosi elektr yuritgichlari, neft burg‘ilari elektr ta‘minotida qo‘llaniladi. Neft nasosi elektr yuritgich kabeli PE izolyatsiyali PE qobiqli, buralgan yoki parallel yotqizilgan simli, po‘lat zirxga ega. Kabel tok o‘tkazuv simi misdan 1 klass bo‘yicha (GOST 22983–78) ga asosan tayyorlanadi. Ko‘p tolali sim bo‘ylamasiga zichlanadi. Kabel yuqori zichli polietilendan izolyatsiyalanadi. Izolyatsiyalangan sim ustidan yuqori zichli PE qobig‘i beriladi.

KPBK va KPBP izolyatsiyali simlari rezinkalangan to‘qimali tasma yostiqcha yotqizilib, so‘ng ruxlangan po‘latli tasma (qalinligi 0,3 mm, eni

20 mm) qoplanadi. KPBK kabeli zirxi shakllanib 8-simon shaklda qulfli qilinadi. Kabellarda sim soni 3 ta, kesimi 6 – 50 mm² qilib tayyorlanadi, kabel uzunligi 500 – 1800 mli qabul qilinadi

KTShE turli burg‘ilashda ishlatilgan kabel rezinka izolyatsiyali rezina qobiqli, kesim yuzasi 25 – 50 mm² li, kuchlanishi 3 kV gacha bir, ikki, uch simli tayyorlanadi. Sim 2 va 3 klassda GOST 22483–88 bo‘yicha tayyorlanib, RTI – 1 rezinada izolyatsiyalanadi, so‘ng neftga chidamli RshI –2 turli rezina bilan qoplanadi.

Umumiy ko‘llaniladigan egiluvchan kabellar o‘zgaruvchan 660 V ga mo‘ljallanib, turli siljuvchan mexanizmlarni ulashga mo‘ljallangan. U asosan turli atmosfera sharoitida +65°C dan past temperaturada qo‘llanadi. Kabel KG, KGN, KPG, KPGS, KPGSN, KPGU, PRS, PRSU turlarida ishlab chiqariladi. Sim kesim yuzasi 0,75 – 150 mm² bo‘lib, asosiy sim soni 1 – 3 ta, yerlovchi sim 1 ta ($S=0,75 – 50 \text{ mm}^2$), ba’zi tur (KPGN) da 1 – 2 ta boshqaruv sim bo‘lib, ular misdan yasaladi. Simlar RTI – 1 rezina bilan izolyatsiyalanadi, rang yoki raqam bilan faza farqlanadi. Izolyatsiyalangan simlar o‘ng yo‘nalishda buraladi. Sim oralari to‘qima ip, shisha tola bilan to‘latiladi va rezinkalangan to‘qima yoki sintetik parda bilan o‘raladi, so‘ng RShN – 1 rezina qobig‘i yotqiziladi. Kabel uzunligi 125 m dan ko‘proq olinadi.

14.6. Mahsus kabel va simlar

Bu turdagi kabellar: yuqori kuchlanishli (VR–25–2, KVGRE, ZKVR–75, ZKVR–150, 4KVEA), aerodromli (KVORN–3, KVORN–6, NRShN–T, KRZ), elektr payvandlov (KPES, KOP, KOG2), turli maqsadli (AKRPT, AKRPTN, siljuv mashinasi GKRL, GRE, KVGv, KGP, KSR, KPGU,

ShPEP–UXL), radioukuna simlari RPSH, RPSHM, RPSHE, RPSHEM ga bo‘linadi.

VR-25-2 turli kabel –yuqori kuchlanishli (25 kV) elektropoezdlarga mo‘ljallangan, kesim yuzasi 25 mm² birsimli misdan 4 klassli qilib ishlangan, izolyatsiyasi qayta almashuvchan elektr o‘tkazuvchan va izolyatsiya ozonbardoshli rezinadan 18,5 mm qalinlikda tayyorlangan. Ustida qalaylangan mis to‘qimali ekranga ega.

KVGRE turli yuqori kuchlanishli egiluvchan kabel siljuvchan elektrotexnik va radiotexnik qurilmalarda, hamda o‘zgarmas 40 kV kuchlanish (tok kuchi 5A) uzatishda qo‘llaniladi. Impuls toki 100 A ($\tau \approx 10$ mks)ni 1 soatda 1 marta uzatishga ruxsat etiladi. Kabel 25 mm² kesim yuzali 323 toladan iborat bir simli RTI – 1 rezina izolyatsiyasi $\Delta=4,0$ mm qilib tayyorlanadi. U mis simli ekranga, so‘ng moy – benzinga bardoshli 1,5 mm qalinlikdagi rezina qoplamasiga ega. Kabel 15 m uzunlikda ishlab chiqariladi.

3KVR–150. 3KVR–75 yukori kuchlanishli rentgen uskunasi kabellari katod toki va yuqori kuchlanishni rentgen trubkasiga uzatib beradi. Kabel uch simli: ikkitasi nakal tokli va biri yuqori kuchlanishli kesimi 1,5 mm², yuqori kuchlanishli izolyatsiya qalinligi 6,1 ÷ 8,6 mm, odatdagisi 0,6 mmli, tashqi qobiq 1,0 mm, kabel uzunligi $7,0 \pm 0,5$ va $10 \pm 0,5$ m ga teng ishlab chiqariladi.

Yuqori kuchlanishli 3KVEL, 4KVEL turdagi kabellar elektron-nurli asbob kabellar elektron mikroskop, elektronograf va boshqa elektron nurli asboblarda ta‘minotiga mo‘ljallangan. Ular 3 simli (3KVEL) va 4 simli (4KVEL) qilib 60, 110, 165 va 220 kV o‘zgarmas kuchlanishga mo‘ljallangan. 1 – 2 sim oraliq kuchlanishi 50 V; 2 – 3 sim oraliq

kuchlanishi ≈ 2 kV; 3 – 4 sim oraliq kuchlanishi ≈ 10 kV; nakal toki 20 A; kesim yuzasi– $S = 1,5 \text{ mm}^2$ mis tolalar soni $19 \times 0,32 \text{ mm}$. Sim va izolyatsiyalar o‘zaro kontsentrik joylashtirilgan, kabel ustki qismi tashqi qobiqqa ega, uning uzunligi 10 m dan katta olinadi. 1 – 2 sim qarshiliklari $0,041 \text{ Om/m}$, 3 va 4 sim qarshiliklari $0,015 \text{ Om/mashina}$, 3 – 4 sim orasidagi izolyatsiya qarshiligi 10^5 Om/mashina , 1 – 2 va 2 – 3 simlar orasidagi sig‘im 500 pF/m , 3 – 4 simlar orasidagi sig‘im 510 pF/m , 4 – sim ekran orasidagi sig‘im – 150 pF/m ga teng.

Radiuskuna simlari RPSH, RPSHM, RPE, RPSHEM turli simlar o‘zgaruvchan 380, 660, 3000 V kuchlanishda radio qurilmalarda qo‘llaniladi. Sim kesim yuzasi $0,35 - 10 \text{ mm}$, sim soni 4 ga teng qilib tayyorlanadi. Turli kesimli sim qilib tayyorlanishi mumkin, sim soni 7 va undan ko‘p olinadi, sim tuli kuchlanishli qilib tayyorlanadi.

Kesim yuzasi $0,35 - 0,5 \text{ mm}^2$ sim misdan; 5 klassli qilib, qolgani 4 va 5 klassli qilib tayyorlanadi. Izolyatsiyada RTI – 1 rezina qo‘llaniladi. Izolyatsiyalangan simlar 14d qadamda buraladi, so‘ng PETF tasmasi o‘ralib, ustidan rezina qobig‘i yotqiziladi, uning qalinligi $1,5 - 2,0 \text{ mm}$ ga teng olinadi. RPSHM, RPSHEM turli simga sovuqqa chidamli qobiq yotqaziladi, ustidan ruxlangan diametri $0,3 \text{ mm}$ ga teng po‘lat simli ekran to‘qiladi. Po‘lat sim buyurtmachi talabiga binoan misli qilib tayyorlanishi mumkin. Sim izolyatsiya qarshiligi $75 \cdot 10^6 \text{ Om} \cdot \text{m}$ ga teng.

14.7. Aerodrom kabellari.

Bu kabellar aerodrom chiroklariga mo‘ljallanib KVORN va NRShMT turlarida ishlab chiqariladi. KVORN kabellari izolyatsiyalovchi transformator birlamchi chulg‘amlarini biriktirishda qo‘llaniladi va yorug‘lik rostagichini biriktiradi; NRShM – T kabeli aerodrom chirog‘i va yorug‘lik – signal belgilarini ulashda qo‘llaniladi. KVORN – 3 va KVORN

– 6 kabellari o‘zgaruvchan 3 va 6 kVli kuchlanishga mo‘ljallangan. Kabel uch hil armaturaga ega: VR- bir uchida sanchig‘i, ikkinchi uchida suqkali; V – ikki uchida ham sanchig‘li; R – ikkala uchida ham suqkali tayyorlanadi.

Tok uzatuv simining kesim yuzasi $2,5 \text{ mm}^2$ – 5 klassli, 6 va 10 mm^2 lisi – 4 klassli qalaylangan misdan burab tayyorlanadi. Simlar RTI – 1 yoki RTEPI – 1 rezinada izolyatsiyalanadi. Izolyatsiya qalinligi KVORN – 3 da 3 mm, KVORN – 6 da 4,8 mm, NRShM – T da 1,2 mm. KVORN – 6 kabel qobig‘i moy – benzinga chidamli RShN – 2 rezinadan 2,8 mm qalinlikda yotqaziladi, bu rezina boshqa kabellarda esa 2,0 mm qalinlikda yotqaziladi. Kabellar 0,5 m dan 140 m uzunlikgacha tayyorlanadi. Sanchig‘ va suqma tuzilishi va o‘lchami belgilanganidek olinadi, kontakt qismlari qalay-o‘rg‘oshinda biriktiriladi va nikel qoplami yotqaziladi.

KVORN – 6 kabel izolyatsiya qarshiligi $\geq 1000 \cdot 10^6 \text{ Om} \cdot \text{km}$, KVORN – 3 da $750 \cdot 10^6 \text{ Om} \cdot \text{km}$ ga teng.

Past kuchlanishli KRZ ayerodrom kabeli aerodrom chiroqlarini ketma-ket ulashda qo‘llaniladi va 660 V kuchlanishgacha (o‘zgaruvchan) ishlab chiqariladi. Kabel bir simli 4 – klassli tayyorlanib, 0,6 mm qalinlikda RTI – 1 rezina bilan izolyatsiyalanadi va ustidan RShN – 1 rezina 0,8 mm qalinlikda qoplanadi. Bu kabel uzunligi 125 m ga teng olinadi.

14.8. Elektr payvandlash kabellari

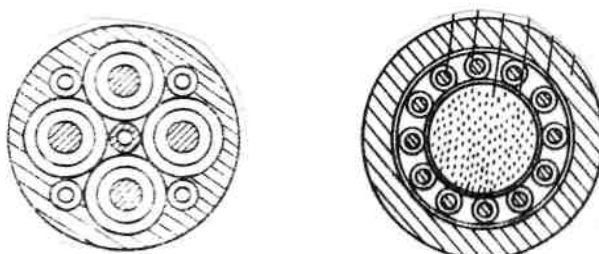
Elektr yoy uchun KOG – 1 va KOG – 2 kabellari payvandlash uskunasi elektr ushlagichlarini elektr manbai bilan biriktirishga mo‘ljallanib, chastotasi 50 Gts 220V gacha o‘zgaruvchan yoki o‘zgarmas kuchlanishga mo‘ljallanib tayyorlanadi. Kabel 1 asosiy simli, ba’zida 2 va 4 simli qilib tayyorlanadi. Asosiy sim kesimi 16, 25, 35, 50, 70, 95, 120, 150 mm^2 5 va

6 klassli, sim tola diametri $<0,31\text{mm}$ dan kam, bir tomonga qarab o‘raladi. KOG – 1 kabel simi ustiga PETF tasmasi $0,8 \div 1,4\text{ mm}$ qalinlikda, keyin RTI – 2 rezinali izolyatsiya va RSh-1 rezinali qobiq yotqiziladi. Kabel uzunligi $\geq 100\text{ m}$ olinadi.

Ichi govak KPES elektr payvandlash kabeli o‘zgaruvchan kuchlanish 42 V yoki o‘zgarmas kuchlanish 48 V ga mo‘ljallangan bo‘lib, sim kesim yuzasi $25 - 70\text{ mm}^2$, bitta asosiy simli va uchta boshqaruv simli qilib tayyorlaniladi. Kabel markazida yo‘naltiruvchi kanal mavjud ($\alpha \approx 3,2 \div 7,5\text{mm}$).

14.9. Turli qo‘llanishli kabel va simlar.

Egiluvchan GKRL turli cho‘zilishga ishlaydigan kabel o‘zgaruvchan 380 V li va o‘zgarmas 700 V li kuchlanishda dengiz suvida 981 kPa gidrostatik bosimgacha ishlaydi. U kesim yuzasi $0,5\text{ mm}^2$ li 9 va 12 simli qilinib, 5 klassda tayyorlaniladi, RTI – 1 rezinasida $0,8\text{ mm}$ qalinlikda izolyatsiyalanadi. Izolyatsiyalangan 9 yoki 12 sim lavsan o‘zak atrofida o‘raladi, so‘ng PETF tasma yotqiziladi, 2 – 3 mmliz rezinali qoplama (RSh – 1 turi) beriladi. Sim izolyatsiyasi qarshiligi $100 \cdot 10^6\text{ Om}\cdot\text{km}$, har bir jism elektr sig‘imi 200 pF/mga teng. 31-rasmda egiluvchan kabellar konstruktsiyalari keltirilgan.



31- rasm. Egiluvchan GKRL va GRE kabellar konstruktsiyasi.

Egiluvchan GRE kabeli o‘zi yuradigan vagonlarni elektr rostlagichda ulashga xizmat qilib, ishchi kuchlanishi 660 V chastotasi 50 Gts asosiy sim

orqali va 220 V qo‘shimcha simlarda beriladi. Kabel uch asosiy, bitta yerlovchi va bitta qo‘shimcha simlarga ega, ular kesim yuzalari $S_{as}=S_{qo'sh}=3,10$ (3,16; 3,25), $S_{yer}=6$ (1·10) mm² ga teng. Izolyatsiya qalinligi 2,0-2,2 mm, qoplamasining qalinligi 3,5-4,0 mmga teng.

Simlar misdan 4 – 5 klass bo‘yicha tayyorlanadi. Kabel lavsanli mustahkamlovchi o‘zakka ega va u streng bilan 10 D qadamda buraladi. Izolyatsiya RTN – 1 rezina asosida bajariladi.

Asosiy va qo‘shimcha sim izolyatsiyasi ustiga elektr o‘tkazuvchan rezina 0,5 mm qalinliqda qoplanadi. Bu simlar 4 ta mustahkamlovchi dasta bilan yerlovchi sim atrofida o‘ng yo‘nalishda buraladi, kabel uzunligi 50 m dan uzun qilib tayyorlanadi.

Juda egiluvchan KPGU kabeli siljuvchan kran ta‘minotida 0,66 kV kuchlanishli chastota 400 Gts gacha va 1 kV gacha o‘zgarmas kuchlanishli qilib tayyorlanadi. Kabel 3 simli, kesimi 95 – 150 mm² yoki 3 asosiy va 1 yerlovchi simga ega: asosiy sim 95 mm² – qo‘shimcha sim 25 mm²; asosiy sim 120 mm² – qo‘shimcha 35 mm² va asosiy sim 150 mm² – qo‘shimcha 50 mm². Izolyatsiya qalinligi 1,8 – 2,0 mm RTI – 1 rezinasi asosida bajariladi; yerlovchi sim izolyatsiyasi qalinligi 25 mm² da – 5,0 mm, 35 mm² da - 5,5 mm, 50 mm² da – 6,5 mm olinadi. Asosiy simlar izolyatsiya ranglari farqli, yerlovchi qora rangli qilib olinadi. Kabel uzunligi ≥ 125 m.

14.10. Spiralli egiluvchan KSR kabeli

Telemarkaz yorituvchi asboblarini o‘zgaruvchan 380 V kuchlanish bilan ta‘minlanadi. KSR kabeli rezina izolyatsiyali va qoplamasi spiral ko‘rinishli qilinib, u cho‘zilish va siqilishda (ko‘tarib – tushirganda) ishlaydi. Kabel 15 yoki 20 ta kesim yuzasi 0,75 – 6 mm²li asosiy va

boshqaruv simlariga ega. Ular 2 – 4 klassli qilib tayyorlanadi. Simlar RTI – 2 rezinasida 1 mm qalinlikda izolyatsiyalanadi. Uchta yoki to‘rtta izolyatsiyalangan 4 yoki 6 mm² sim yotqizilib, ustidan lavsanli sim o‘ralib, RShT – 2 turdagi qalinligi 3,0 mm rezina yotqiziladi.

Yassi KGPkabeli projektor yoki harakatlanuvchi elektr uskunalarni 660 V gacha o‘zgaruvchan kuchlanish ($f \leq 400$ Gts) ga ulashga mo‘ljallangan. Kabel kesim yuzasi 4 – 120 mm² gacha ikki simli yoki ikki asosiy bir yerlovchi simli qilinadi. Oxirgi kabelda yerlovchi sim asosiy simlar o‘rtasida joylanadi. Kesimi 4 – 16 mm²li mis simlar 5 klassli, 25 – 120 mm² esa 4 klassli qilib tayyorlanadi. Izolyatsiya RTI – 1 rezina asosida, ustki qismiga RSh – 2 rezinali qoplama yotqiziladi. Kabel 250 m uzunlikda tayyorlanadi.

KVGV kabeli harakatlanuvchi mexanizmlarni elektr tarmog‘iga ulashda xizmat qilib, asosiy zanjir 10 kVli chastotasi 50 Gts, yuklama toki 500 A ga, bir fazali yerga tutashuv ≤ 10 A; qo‘shimcha zanjir -380 V chastota 50 Gts, va yuklama toki ≤ 10 A ga teng. Kabel uch asosiy $S=150$ mm², bitta kesimi 50 mm²li yerlovchi va ettita $S=2,5$ mm² qo‘shimcha simga ega bo‘lib asosiy izolyatsiya RTI turli rezinada 6,0 mm qalinlikta bajariladi. Sim ustiga va izolyatsiya ustidan 6,0 mmli elektr o‘tkazuvchan qoplama yotqiziladi.

Qo‘shimcha sim va PETF tasma yotqiziladi, so‘ng vulqonlangan 2,0 qalinlikdagi PE va PETF tasma yotqiziladi. Asosiy va yerlovchi simlar buralib sintetik kanop o‘raladi, ustidan qalinligi 3,0 mm elektr o‘tkazuvchi rezina yotqiziladi va 5,0 mm qalinlikda RSh-1 rezinali qoplama beriladi. Kabel uzunligi 200 m dan katta olinadi.

AKRPT va AKRPTN egiluvchan aluminiy simli kabellar harakatlanuvchan mexanizmlarni 660 Vli 400 Gts gacha o‘zgaruvchan yoki 1000V gacha o‘zgarvas kuchlanish tarmoklariga ulab beradi. Kabel uch asosiy va bir yerlovchi simlarga ega bo‘lib, kesim yuzasi 16 – 95 mm²(yerlovchi 10 – 35 mm²) ga teng. Simlar 3 – 4 klassli tayyorlanib, RTI – 2 rezinada izolyatsiyalanadi. Buralgan izolyatsiyali sim ustidan sintetik parda va rezinali qoplama yotqiziladi. Birinchi kabel qoplamasida RShT – 2, ikkinchisida RShN – 1 tur rezina qo‘llaniladi. Kabel asosiy simlarining rangi farqli, yerlanuvchisi qora yoki sariq-ko‘k rangda bo‘ladi. Kabel 1,25 m uzunlikda tayyorlanadi.

TShEP-UXL simi. Elektr arralarni 660 V gacha $f=400$ Gts o‘zgaruvchan kuchlanishga va 1 kV o‘zgarvas kuchlanishga ulab beradi. Uch simli asosiy $S = 2,5$ va bir 4 mm² ga teng yerlovchi simga va qo‘shimcha simga ega. Kesimi 2,5 va 4 mm² sim 4 klassda tayyorlanib, qalinligi 1,0 mml RTI – 2 rezinali izolyatsiyada bo‘lib, izolyatsiya ochiq rangda (yerlovchi esa qora rangda) ishlab chiqariladi. Buralgan simlar ustidan qalinligi 2,0 mml RShM – 2 turdagi rezinali qoplama yotqiziladi. Sim uzunligi 100 m dan katta olinadi. Ba’zi korxonalar uchun sim 1,2 yoki 1,5 uzunlikda tayyorlab beriladi.

15. IZOLYASIYALANGAN SIM TURLARI.

15.1. Elektrotexnik uskuna simlari

Plastmassa, rezina va boshqa izolyatsiya asosida tayyorlanadigan quvvatli simlar, elektr energiyani kuchli va yoritish tarmoqlariga taqsimlashda ochiq havoda, bino ichida va bino ostida yotqizishga mo‘ljallangan. Bu simlar elektr yuritgichlari, turli sanoat va laboratoriya asbob uskunalari ta’minotida qo‘llaniladi. Simlar o‘zgaruvchan 380, 660,

1100 V va yuqori kuchlanishli tok o'tkazuvchi simlar 1, 2, 3, 4 va undan yuqori qilib tayyorlanadi.

Sim tok o'tkazgichlari misli, aluminiyli, mis-aluminiyli qilib GOST 22483–77 bo'yicha burab tayyorlanadi.

Sim izolyatsiyasi kauchukli yoki kremniyorganik rezinasi, PVX plastikati, PE va uning modifikatsiyalari, hamda boshqa issiqqa bardoshli materiallar qo'llaniladi. RTI – 1, RTI – 2 rezinasi asosida sim uzoq +65°Cda, PVX va PEli simlar +70°Cgacha, etilen propilen kauchuki va butil kauchuk asoslisi +85°Cgacha kremniyorganik yoki ftorsilaksan izolyatsiyali +180°Cgacha haroratda uzoq ishlay oladi.

Rezina izolyatsiyali simni mexanik ta'sir, nam va yorug'lik ta'sirlaridan himoyalash uchun sim ustida rezinali, PVX plastikatli shlang va metalli tasma qo'llaniladi. Undan tashqari paxta-qog'oz to'qimasi, uning nitro yoki etiltseulyozali lakli qoplamasi, qoplamali shisha tolali to'qima ishlatiladi.

Chiquv simlari quyidagi issiqbardoshlilik klasslarida ishlab chiqariladi:

A – PVBL, PVVT, PVPOK, PVFR

F – PVKF, PVKF-6, PVKFE-10, PDPV, PDPVM

H – PVKV, RKGGM, PVPF, PKFVT, PKFMT, PVKF–6, PVKF–10, PVKFE–10

C – RKGMP

15.2. Izolyatsiyasi issiqqa bardoshli sim

Texnikada izolyatsiyasi 200°C issiqlikka bardoshli simlarga bo'lgan talab ortib, bunday sim izolyatsiyasida asbest tola asosidagi to'qima va F–4 to'r ftoroplastli parda, ustidan F–4 pardali ikkinchi qatlam va tashqi lok (PAL, PALO) parda qoplanadi. Undan boshqa issiqlikkabardoshli PSU – 155 (155°C), PSU – 200 (200°C) shisha – lok – to'qima va delta asbest izolyatsiyali simlar, barchasi $S=0,75 - 95 \text{ mm}^2$ kesim yuzada tayyorlanadi.

Yuqoridagi izolyatsiya simga KO – lokida biriktiriladi. A – klassli chiquv simlari izolyatsiyada KO – rezina keng qo‘llaniladi. Yorituv armaturasi, elektroplitka, issiqlik shkafi va h.k larda (PRKA) qattiq KO – rezina qo‘llaniladi, izolyatsiya rangi oq, ko‘k, qizil, sariq olinishi mumkin.

15.3. Elektr yuritgich chiquv simlari

Bu simlar 0,75 – 120 mm² kesim yuzada 80 + 180°C issiqqa bardoshli, 380 ÷ 6000 V o‘zgaruvchan kuchlanishga mo‘ljallanib tayyorlaniladi. Sim izolyatsiyasi turli rezina, KO va ftorsiloksan rezinalari, asbest, rezinali to‘qima, ftoroplast asosida tayyorlanadi. Himoya qoplamida rezina, shisha tolali to‘qima (loklangan) va h.k qo‘llaniladi. Sim S=0,35 – 120 mm² kesim yuzasi PVBL, RKGМ, RKGМPT, PVVT, PVKF, PVKV, KVКF–6, PVKFE turlarida chiqariladi.

Sim izolyatsiyasi qalinligi 0,6 – 1,8 mm, qoplama qalinligi 0,6 – 1,2 mm olinib, aluminiyli mis sim qarshiligi qo‘yidagicha:

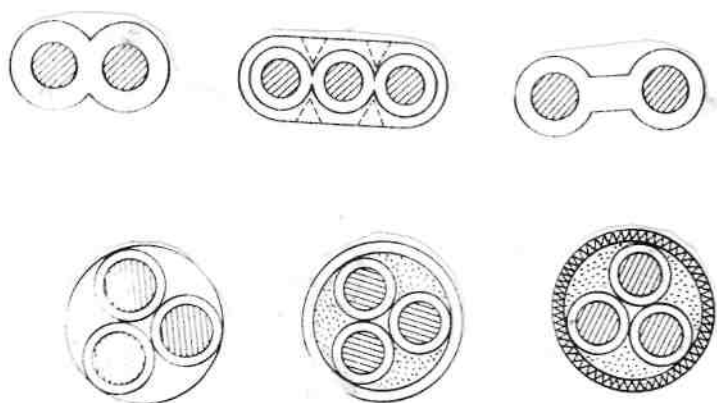
S, mm ²	1,0	1,5	2,5	4,0	6,0	10
R, Om	28,3	19,25	11,65	7,18	4,84	2,86

15.4. Ro‘zg‘ordagi elektr mashina va asboblarini ulaydigan

chilvir va simlar

Rezina va plastmassa asosidagi sim va chilvir turli xil elektr mashina, radio-apparatura, harakatlanuvchan va qo‘zg‘olmas uskunalar 380/660 V kuchlanishli tarmoqqaulashga mo‘ljallangan. Rezina va plastmassa izolyatsiyali sim, chilvir uzoq ish harorati +65°C, PVX izolyatsiyalisi +75°C va KO – rezina izolyatsiyalisi +150°Cga mo‘ljallanib olinadi. Sim va chilvir 2, 3, 4 simli, kesim yuzasi 0,2 ÷ 4 mm²li qilib ishlab chiqariladi.

Normal egiluvchan chilvir turi ShVP–1, ShPP, ShVP–3, ShVPT, ShPS, juda egiluvchanlariga PVS, PRS simlar, ShVVP, ShVL, ShVP–2, ShVP–4, ShRO, ShRS, ShTR chilvirlari, qobiqlari turli rangli chilvirlarga ShVAZ, ShVLS, ShVOZ, ShVOS, ShVP, ShVPL va x.q kiradi. Mexanik ta'sirdan saqlash uchun ba'zi chilvirlar RSh – 2 rezina, PVX plastikati yoki tolalar to'qimasi bilan qoplanadi (ShVL, ShRO va x.k). Ba'zi izolyatsiyalangan chilvir va simlar ShVL, ShRO, ShRS, ShTR, PVS, PRS buralib sintetik tolalar bilan to'latiladi. ShVP–3, ShVVP chilvirining o'rta simi yerlovchi sifatida qo'llaniladi. 32- rasmda xar turdagi chilvir simlar konstruktsiyalari keltirilgan.



32- rasm. Xar turdagi chilvir simlar konstruktsiyalari.

Chilvir izolyatsiya va qoplamalari rangli qilib tayyorlanadi. Chilvir va sim uzunligi 50 m dan katta olinadi. Elektr mashina va xujalik asbob chilvir hamda sim uzunliklari 1,7; 2,2; 3,7; 4,2; 6,2; 10; 15; 25; 50 m olinib, uchki qismlari suqma (yoki tiqma) bilan jihozlab tayyorlanadi. Chilvir kesimlari bir uch qismi ishlangan, ikki uchki qismlari ishlangan, ajralmas suqma - tiqмали, uchlari suqma va tiqmalı qilib ishlab chiqariladi.

Ishlov berishda chilvir uchidan kerakli uzunlik ochiladi. 10 – 15 mm qismidan izolyatsiya olinadi, sim burab qalaylanib, tuzilma konstruktsiya

bo'yicha biriktirilib suqma yoki tiqma o'rnatiladi. Rezina yoki PVX plastikat bosimda qo'yiladi.

15. 5. Harakatlanuvchi rels transporti va trolleybuslar

kabeli va simlari

Bunday sim va kabellar turli rels transporti va trolleybus quvvatli elektr qurilmalarini, ularni yoritish, boshqarish va axborot berish vositalarini ichki va tashqi biriktirishda qo'llaniladi. Haraktlanuvchi qism kabellari KPSRVM, KPVRM, KRPST, simlari TMU, PPSRMO, TSSh, PSEO, PSESh, PVLТ, PVLTE, PVLТ – 1, PVLTE – 1, PVLTT – 1, PVLТTE – 1 ularning bajarilishi 0 kategoriyasi 1, 2 (GOST 15150–69). Rezina izolyatsiyali kabel va sim +65°Cgacha PVX izolyatsiyali 70°Cgacha haroratda uzoq ishlaydi. Ularning egilish radiusi $(3 \div 5) D$ dan kam bo'lmasligi kerak. Simlar barcha turi (GOST 22483–77) ga mos kelishi shart.

Kabel, sim izolyatsiyalari RTI – 1 rezinadan iborat bo'lib, $0,82 \div 3,0$ kV o'zgaruvchan kuchlanish ($f \leq 400$ Gts) va $0,5 \div 6,0$ kV o'zgarmas kuchlanishga muljallangan. Kabellar 2, 3, 4, 7, 12, 16, 19, 24, 37, simli kuchlanishga qilinib kesim yuzalri 1,5 va 2,5 mm², simlar esa asosan 1 tali ba'zilar 2, 3 tali, PSEO, PSESh esa 16 tali kesim yuzalari 0,5 – 300 mm² gacha bajariladi. Sim tolalarining soni 16, 19, 24, 28, 40, 49, 84, 91, 126, 189, 259, 266, 323, 360, 405, 570, 732, 912 ta streng soni 7, 10, 12, 19, 27, 30, 37, 48, 61 ta, sim tola diametri 0,2; 0,23; 0,26; 0,32; 0,4; 0,49; 0,5; 0,52; 0,58; 0,64; 0,68 mm ga teng olinadi. PPSRMO, PPSRM, PPSRN, PPSRVM, KPSRM, KPSRVM turli sim va kabellar $U_{\sim}=0,66$ kV $\Delta_{iz}=0,8-2,6$ mm, $U_{\sim}=1,5$ kV, $\Delta_{iz}=1,4-3,0$ mm; $U_{\sim}=3,0$ kV, $\Delta_{iz}=1,8-3,4$ mm; $U_{\sim}=4,0$ kV, $\Delta_{iz}=3,0-3,8$ mm olinadi. Ularda qoplama rezina yoki PVX dan $0,6 \div 2,0$

mm olinadi. Kabellarda bu qoplama 1,7÷3,0 mm olinadi. PVLТ, PVLTE, PVLТ – 1, PVLTE – 1, PVLТТ – 1, PVLТTE – 1 turli simlarida PVX plastikati izolyatsiya 0,35 – 1,0 mm gacha olinadi. Sim va kabel uzunliklari kamida 100 m qilinadi.

Siljuvchan qism simlari PSEO, PSESh, PMU, PSSh, PS quvvatli zanjir, yoritish, boshqarish va axborot qismlariga mo'ljallanib –40÷70°C, PPST simi –50÷180°C ishlatishga muljallangan. PSEO, PSESh, PMU, PSSh, PS simlari o'zgaras 1÷4 kuchlanishli PPST simi 4 kV o'zgaras kuchlanishli va 2 kV o'zgaruvchan kuchlanishga mo'ljallangan. Bu simlar kesim yuzasi $S=1÷300 \text{ mm}^2$, sim tolalar soni 7 – 912 ta, tola diametri 0,42 – 0,64 m, izolyatsiya qalinligi 1,0 – 3,8 mm qilib olinadi. Sim izolyatsiyada RT – 2 rezinasi qo'llaniladi, so'ng rezinkalangan to'qima o'raladi. Sim uzunligi kamida 100 m qilib olinadi.

Tok o'tkazuvchi simlar $S=0,75 \text{ mm}^2$, $S=25 – 95 \text{ mm}^2$ kesimli – 3 klass bo'yicha, 0,35; 0,5; 1,0 – 6,0 va 16 mm^2 – 4 klass bo'yicha $S=10 \text{ mm}^2$ – 5 klass bo'yicha tayyorlanib, PVLТ, PVLTE oq rangli PVX plastikati PVLТ – 1, PVLTE – 1 -havorang, ko'k, PLТТ – 1, PLLTE – 1 -qora rangli qilib bajariladi. Izolyatsiya ustidan paxta tolali to'qima oq (b), havorang (g), sariq (j) yoki qizil (k) rangga bo'yaladi.

Ikkitali simlar parallel yotqiziladi. Bir yoki ko'psimli simlarda ekran qalaylangan ($d=0,12 – 0,26 \text{ mm}$)li mis simda bajariladi. Ekranlanmagan sim uzunligi kamida 20 m, ekranlangani esa 10 m olinadi.

KRMT, PRMT, KRPST, PRPST turli kabel sim kesim yuzasi 1,5 – 300 mm^2 4 klassli tayyorlanib, simga sintetik parda qoplanadi, izolyatsiya qalinligi 0,6 – 1,6 ($U_{\sim}=0,22 \text{ kV}$), 1,0 – 2,6 ($U_{\sim}=0,66 \text{ kV}$), 1,8 – 3,4 ($U_{\sim}=3,06 \text{ kV}$) RTEPI – 1 rezinadan qoplanadi. PRPST izolyatsiyalangan simga PETF

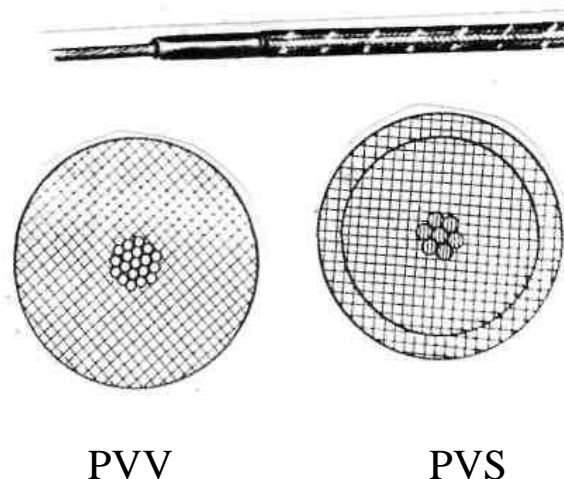
pardasidan separator yoki rezinkalangan gazmol qoplanadi. Bir va ko'p simli kabellarga rezina qoplanadi, uning qalinligi 1,5 – 4,5 mm olinadi. Kabel 50 m uzunlikda tayyorlandi.

15.6. Aviatsiya, avtomobil, traktor simlari

Yuqori kuchlanishli simlar tayyora, avtomobil, traktor motorlari yonish qismini asboblarga ulab, past kuchlanishlari uchish apparati, avtomashina, traktor va boshqa transport vositasini bort tarmog'iga ulashda qo'llaniladi. Yuqori kuchlanishlisi PVV, PVRV, PVL (mis simli + rez.iz); PVLE, PVS-7, PVS – 9 (po'lat simli + rez.izol + rez.qob.); PVZS-25 (po'lat sim + izo + qob= ko.rez); PVVP, PVLU, PVLEU turli (spiral sim 40 N qotishma + PVX izol, rez.izo,ekr), past kuchlanishlisi aviatsiya – BIN, BIN–N, BINEZ, BINE-N, BPVL, BPVLA, BPVLME, BPGRL, BSFO, BSFE, KVSK, PTLA, PTL – 200, PTL – 250, PTLE – 200, PTLE – 250, avtomobil, traktor – LPRGS, LPRGSE, PVA, PVAE, PVAL, PGVA, PGVAD, PGVAB turli simlari tayyorlanadi. Yuqori kuchlanishli sim birsimli rezina, PVX, ftoroplast izolyatsiyali qilib tayyorlandi. PVV – mis simli $S=1 \text{ mm}^2$ (19·0,26 mm) PVX izolyatsiyali, $\Delta_{iz}=2,85 \text{ mm}$; PVL – qalaylangan mis RTI – 1 rezina izol. $\Delta_{iz}=2,2 \text{ mm}$; PVS-5 – PVX-7, PVS-9 zanglamas po'latli sim (7·0,3 mm), o'tkazuvchan rezina + izol.rezina RTI – 0, $\Delta_{iz}=1,6 \text{ mm}$, PVZS – mis sim $S=1 \text{ mm}^2$ (19·0,26 mm)+izol.

KO – rezina, $\Delta_{iz}=2,0 \text{ mm}$ +qobiq KO – rezina $\Delta_{QOB}=0,95 \text{ mm}$; PVVP – spiralli qotishma 40N+tola PVX bilan qoplangan va ferrit tolqoni (35 SF) berilgan, PVLU, PVLUE, PVLE – qalaylangan mis sim (19·0,26 mm) + izolyatsiya RTI – 1 rezina $\Delta_{sh}=1,5 \text{ mm}$ + loklangan to'qima. Ko'p simlar uzunligi 15 m olinib, PVVP – 50 m, PVLUE, AVLE – 7 mashina qilib tayyorlaniladi. Ular qisqa: 1,5 – 5 metrli bo'laklarda ham ishlab chiqariladi.

Past kuchlanishli simlar o'zgaruvchan kuchlanishda 250 V gacha tayyorlaniladi, kesim yuza $0,35 - 95 \text{ mm}^2$ asosan birsimli (3 simli – KVSK, APRGSE; 2 simli – PGVAD) rezina, KO, PVX, PTFE izolyatsiyasi, paxta tolali yoki shisha tolali to'qima yoki rezinka (PVX) qobiqli qilinadi. 33-rasmda xar turdagi past kuchlanishli simlar konstruktsiyalari keltirilgan.



33- rasm. Xar turdagi past kuchlanishli PVV(mis simli) va PVS (po'lat simli) simlar konstruktsiyalari.

Ekranlangan simlar mis tolada to'qiladi. Aviatsiya simlari kuchlanishi 250 Vga mo'ljallanib, uning turlari – BIN, BIN–N, BINE, BINE–N, BINEZ, BINEZ–N simlari misli yuzasi kumushlangan $S \approx 0,35 - 70 \text{ mm}^2$, tola soni $19 \times 0,15$ dan $259 \times 0,58$ gacha izolyatsiya qalinligi $0,65 \div 1,1 \text{ mm}$, izolyatsiyasi F–4 va F–4D almashib, shisha tolalar F-4D tarkibida shimdirilgan qoplama beriladi.

BPVL, BPVE, BPVLA, BPVLM, BPVLME –qalaylangan mis simli, kesimi $S=0,35 - 95 \text{ mm}^2$ gacha tola soni $7 \times 0,26 \div 61 \times 1,4 \text{ mm}$ izolyatsiya PVX qalinligi $0,35 - 0,8 \text{ mm}$, paxta tola qobiqli yoki shisha, kapron tolali, oxirgisi mis tolali ekranga ega.

BSFO, BSFE simi misli $S=35-95 \text{ mm}^2$, sim tolalari $189 \times 0,49 \div 361 \times 0,58$ 3 klassli $S=0,5 \div 25 \text{ mm}^2$ misli tolalari $d=0,3 \div 0,49 \text{ mm}$, izolyatsiya

qalinligi $0,32 \div 0,76$ mm, F-4 tasma o'rami va qo'sh shisha tola o'rami, qoplama paxta yoki shisha tolali KO-lok bilan shimdirilgan.

BPGRL – kumushlangan mis sim $S=0,35 - 6,00$ mm², tolalari $49 \times 0,1 \div 190 \times 0,2$ izolyatsiya qalinligi $0,55 - 0,75$ mm KO – rezinali, qoplama lok shimdirilgan lavsan tola to'qimasi.

KVSK – qalaylangan mis $S=0,35 - 6$ mm², 4 klassli, $7 \times 0,26 \div 7 \times 7 \times 0,4$ mm PVX izolyatsiya qalinligi $0,41 - 0,55$ mm shisha tolali to'qima, kamroq tolali to'qima poliimid loki bilan shimdirilgan, uch izolyatsiyalangan sim buraladi va poliimid lakli kapron to'qimali qoplamali beriladi.

PTL – 200, PTLE – 200, PTL – 250, PTLE – 250 qalaylangan va kumushlangan mis simining kesimi $0,35 \div 70$ mm², sim tolasi $19 \times 0,15 \div 266 \times 0,58$ ftoroplast F-4 tasma va shisha tolalari o'ralgan hamda KO – laki bilan shimdirilgan.

PTLA – aluminiy simli $S=4,0 - 70$ mm² tolali $7 \times 0,85 \div 81 \times 1,2$ mm F-4 tasmasi bilan izolyatsiyalangan va shisha tola o'ralib, issiqqa chidamli lok bilan shimdirilgan.

LPRGS, LPRGSE – mis simli $S - 0,5-4; 16 - 25$ mm² 5 klassli, $S=6 - 10; 50 - 95$ mm² 3 klassli tayyorlanadi, izolyatsiya $\Delta_{iz}=0,6 - 1,6$ mm RTI – 2 rezinali paxta tola to'qib nitrotsellyuloza loki shimdirilgan, 2 – 3 simlari bir-biriga buraladi.

PVA, PVAE – mis simli $S=0,5-35$ mm² klassi 3 va 4, PVX izolyatsiya qalinligi $0,35 - 1,6$ mm, rangi bilan farqlanadi.

PVAL – bir tolali qalaylangan mis $S=0,5$ mm², PVX izolyatsiyali PGVA, PGVAE, PGVAB-mis simli $S=0,5 - 95$ mm², PVX izolyatsiyali

ikkinchisi qalaylangan mis to‘qimali ekranga ega, uchinchisi ruxlangan po‘lat simli zirxga ega.

PGVAD – mis simli kesimi $S=0,5 \text{ mm}^2$ 4 klassli, ikki parallel joylashgan simga PVX izolyatsiya qoplangan.

15.7. Geofizik kabel va simlari

Bu sim va kabel neft, gaz, ko‘mir, ruda va h. burg‘ilashda dala geofizik ishlari olib borishga mo‘ljallangan. Ish sharoitiga qarab yuklanadigan yoki yuklanmaydigan qilinadi.

Kabellardan: KG1–70–250 turli F–4MB izolyatsiyali birsimli, mustahkamligi 70 kN, ishchi harorati 250°C li yuklanadigan, KP–55–180 turli F–40 izolyatsiyali birsimli, KP–30–180 turli, hamda KGZ–60–180 turli F–40 Sh izolyatsiyali uchsimli, KG7–70–180 turli shunday 7 simli, KP7–60–180 ShM turli F–40 Sh izolyatsiyali 17 simli moyga chidamli qobiqli, KP–55–90 tur PE izolyatsiyali birsimli, KP–50–90K KP–30–90 shunday birsimli, KGZ–60–90 tur PE izolyatsiyali uchsimli, KGZ–60–90 turdagi zirxli, KGZ–40–90 tur uchsimli PE izolyatsiyali, KG7–70–90 PE izolyatsiyali 7 simli, KGZ–10–70 KO rezina izolyatsiyali uchsimli usti to‘qimali, KGZ–18–70 VO, KGZ–18–70 ShM KGZ–70 Sh uchsimli rezina qobiqli, KP–2–50 KSh tur bir koaksial juftli PE izolyatsiyali mustahkamligi 2 kN, ishchi harorati 50°C li, GPMP, GPSMP, GPSMPO, GSM tur axborot simi PE izolyatsiyali sim kesim yuzasi $6 - 0,35 \text{ mm}^2$ ga ega, KSPV–27, KTSPV–74 turli 27 va 74 simli PE izolyatsiyali dala seysmik ishlarida qo‘llaniladigan va PTG – 660 turli egiluvchan birsimli F–40 Sh izolyatsiyali sim.

Yuklanuvchi kabellar geofizik ishlarda chuqur quduqda og‘ir sharoitda 70 kN cho‘zilish kuchlanishida ishlatilishga mo‘ljallangan.

Yuklanish hossasi kabel zirxiga beriladi va zirx ikki qatlamli mustahkam ruxlangan po‘lat simlardan iborat. Mexanik mustahkamlikni oshirish uchun kabellarda simlar po‘lat-misli qilib tayyorlaniladi. Rezina izolyatsiyali kabellarda izolyatsiya ustidan neft-moyga chidamli polixloropenli kauchuk qatlami beriladi. 3–4–7 simli kabellar simlari chap yo‘nalishda rezina, qog‘oz-paxta tola yoki viskoza tolalari to‘latilib, buraladi. Izolyatsiyalangan simlar rangli yoki raqamlab bajariladi. Buralgan sim rezinkalangan to‘qima yoki PETF tasmada o‘raladi va paxta-qog‘oz to‘qimasi yotqiziladi, PVX plastik qatlami yotqizilib, so‘ng zirxlanadi. Zirxda 0,8 – 1,1 mm va ustidan 1,1 – 1,3 mm diametrli po‘lat sim qo‘llaniladi.

PTG – 660 simi maxsus elektr yuritgichlari 660 V o‘zgaruvchan kuchlanish bilan ta‘minlaydi, sim uzunligi kamida 3 m qilinib, u misli sim toladan iborat F–40 Sh bilan $D=0,5$ mm qalinlikda izolyatsiyalanadi. KTSPV–74 kabellari seysmologiya ishlarida qo‘llanilib, ishchi kuchlanishi 24 V, sim tolalari mis-po‘latli PE izolyatsiyali hamda PVX qobiqli (GPMP va h. Geofiziya tekshiruv ishlariga mo‘ljallangan simi mis tolali, qolgani mis-po‘lat tolali, ular PE bilan izolyatsiyalanadi. Sim uzunligi 500 m (GSP esa 200 m).

Radio to‘lqinli kabellar uzatuv va qabul qiluvchi antennalarni radio va televizion stantsiyalari turli radioto‘lqinli uskunalari, asboblari orasi va ichki montaj ishlarida qo‘llaniladi.

Radioto‘lqinli kabellar GOST 113260–78 ga asosan tayyorlanadi.

Ular uch turli bo‘ladi:

RK – radioto‘lqinli koaksial kabellar; RD – radioto‘lqinli ikki simli simmetrik kabellar; RS – radioto‘lqinli simi spiralsimon. Koaksial va simmetrik; konstruktsiya bo‘yicha 3 turga bo‘linadi:

- yaxlit izolyatsiyali;
- havo izolyatsiyali kabel (shayba izolyatsiyali) ;
- yarim havo izolyatsiyali.
- radioto‘lqinli koaksial kabel to‘lqin qarshiligi – 50; 75,0; 100; 150; 200 Om;
- radioto‘lqinli spiralli kabellar to‘lqin qarshiligi – 50; 75; 100; 150; 200; 400; 800; 1600; 3200 Om;
- simmetrik kabellar to‘lqin qarshiligi – 75; 100; 150; 200; 300 Om ga teng.

Koaksial kabel izolyatsiya diametri, simmetrik kabel koaksial juftligi diametri: 0,60; 0,87; 1,0; 1,5; 2,2; 2,95; 3,7; 4,6; 4,8; 5,6; 7,25; 9,0; 11,5; 13,0; 17,3; 24,0; 33,0; 44,0; 60,0; 75,0 mm ga teng. Qizishga bardoshliligi bo‘yicha kabel 3 kategoriyaliga bo‘linadi: harorati 125°Cgacha ishlaydigan, 250°Cdan yuqori haroratda ishlaydigan yuqori RK, RS, RD kabel turini ifodalaydi, birinchi raqam-kabel to‘lqin qarshiligini, ikkinchi raqam-koaksial kabel izolyatsiyasi nominal diametrini (spiralli kabel o‘zagi nominal diametrini), uchinchi raqam-ikki yoki uch son: birinchisi – izolyatsiya guruhi va uning issiqqa bardoshlilik kategoriyasi, keyingilari – loyihalash tartibi.

Koaksial kabellar: KPTA – televizion abonentli, KPTM – televizion magistral RK50, RK50 – 0.6–21; RK50 – 0.6–22; RK50 –1–P; RK50 – 1–12; RK50 – 1–21; RK50 – 1–22; RK50 – 1–23; RK50 – 1.5–11(12,21); RK50 – 2–11(11A, 12, 13, 13A, 15, 16, 21, 22, 23, 34); RK50 – 3–11(13, 21, 22, 23, 26); RK50 – 4–PIQZ, 14; 140P; 15; 21; 42; 46); RK50 – 7–P (11S, 12, 15, 16, 21, 22, 28, 29, 46); RK50 – 9–PIQ2, 23, 44); RK50 – 11–11(13, 21); RK50 – 13–15TS5B, 150P, 17); RK50 – 1–17(51, 51S, 51G, 51SG); RK50 – 24–15TS5B, 150P, 16, 17); RK50 – 33–15(15B, 150P, 17);

RK50 – 44–15; RK74; RK75 – 1–11(12, 13, 21, 22, 24); RK75 – 1.5–11(12, 21, 02); RK75 – 2–ITS1A, 12, 13, 13A, 21, 22); RK75 – 3–21(22, 23, 31); RK75 – 3.7–P AN(...); RK75 – 4–11(A...); RK75 – 7–11(...); RK75 – 9–12(...); RK75 – 13–11(...); RK75 – 17–17(...); RK100 – 15–31(...); RK150 – 3.7–31TS.); RKD, RKK, RKM, RKMGE, RKOGE, RKPG, RKS, RKTF.

Ko‘p koaksialli: VKP – 18 to‘rt koaksial suvosti televideniyasi KP – 4V to‘rt koaksial aralash, KP – 4P to‘rt koaksial aralash KPTO-etti simli tarqatuv kabellari.

Aralash koaksialli: KPTS uch koaksialli ZV simli, MKTIQ – 6/1; MKTIQ – 6/2 uch koaksialli uch simli, TVK – 33, TVKM – 65 bir koaksial 32, 75, 59 qo‘shimcha simli, TKPV – 24, TKPK – 51, TKPR – 24–24 simli PE izolyatsiyali PVX qobiqli, TKTS – 31 TKTS – 37, TKTS – 60–3 va 6 koaksial juftli 24, 34, 54 simli PE izolyatsiyali PE qobiqli kabellar.

Simmetrik: KATV, KTP–PVX va PE izolyatsiyali televizion, RD – 15, RD – 75–3–11, RD – 75–3–12, RD200 – 70–P, RD200 – 7–12 etti sim PVX qobiqli, PE izolyatsiya PVX qobiqli, PE izolyatsiya PE qobiqli, RDB – 82, RDBO – 82, simlari parralel yotqizilgan PE izolyatsiya, PVX qobiqli kabellar.

Spiralli: RS400–7–P, RS400–7–200, RS400–7–15, RS166–7–11 turdagi ichki va tashqi mis simli PE izolyatsiyali PVX qobiqli kabellar. Har guruh izolyatsiyasi aniq issiqqa bardoshlilik kategoriyasiga ega yahlit izolyatsiyali oddiy issiqbardoshlilik 2, yarim havo izolyatsiyali odatdagi issiqbardoshlilik 3, shunday oshirilgan issiqbardoshlilik 4, havo izolyatsiyali oddiy issiqbardoshlilik 5, shunday oshirilgan issiqbardoshlilik 6 va izolyatsiyasi yuqori issiqbardoshlilik 7 kategoriyalarga ega.

Kabel belgilanishi: M – mis sim; MS – kumushlangan mis sim; ML – qalaylangan mis sim; SMS – kumushlangan po‘lat mis sim; SML – qalaylangan po‘lat mis sim; B – bronza sim; BS – kumushlangan bronza simi; S – kumushli sim; N – nixromli sim; P – polietilen sim; V – PVX sim; F-4, F-40Sh, F-4M, F-4D – ftoroplast; PP – polipropilen; PS – polistirol; OM – mis simli to‘qima; DOM – qo‘sh mis sim to‘qimasi; OMS – kumushli mis sim to‘qimasi; OMN, OMS, DOMS – simli to‘qima; TOML – uch qatlam qalayli mis sim to‘qimasi; OMG – gofrlangan tashqi mis sim; TMS – kumushlangan mis navi; TMSG – gofrli kumushli mis nay; TA – aluminiyli nay; OAG – gofrlangan aluminiy qobiq.

Kabel qism tuzilishi. Radioto‘lqinli kabel ichki o‘tkazgichi yoki simmetrik kabel simlari mis, bronza, po‘latmis, kumushlangan mis, qalaylangan mis va qalay nikel qotishmali qoplangan mis va misli naydan iborat. Kabel qobig‘i PE, PVX plastik, ftoroplast, rezina va qo‘rg‘oshindan qilinadi. Qobiq qalinligi: A1, Rb – 0,7; 1,35 mm: PE, PVX – 0,3 – 2,0 mm; F4 – 0,15 – 0,5 mm, rezina 0,5 – 0,15 mm: pardali F4 – 0,1 – 0,18 mm ga teng olinadi.

Radioto‘lqinli kabellarda to‘lqin qarshiligi va harorat koeffitsienti (34, 35) ifodalarda keltirilgan:

$$\text{To‘lqin qarshiligi: } Z_c = 3333 \xi/C \quad (34)$$

Bunda ξ – kabelda to‘lqin uzunlik qisqarish koeffitsienti.

C – kabel sig‘imi, pF/m faza harorat koeffitsienti:

$$TKF = \frac{\Delta_f C}{360 \xi l f \Delta T}, 10^{-6} \text{gradus} \quad (35)$$

Bunda Δ_f – kabel uzunligining absolyut o‘zgarishi.

C – yorug‘lik tezligi ($C=2,99778 \cdot 10^8 \text{m/s}$)

f – o‘lchashdagi davr tezlik, MGts.

l – kabel haqiqiy uzunligi, m.

ΔT – o‘lchanadigan harorat oralig‘i.

So‘nish ko‘effitsienti (36):

$$\alpha = \alpha_{o'lch} \sqrt{f/f_{o'lch}}, \text{ dB/m} \quad (36)$$

So‘nish harorat ko‘effitsienti (37):

$$TKZ = \frac{\Delta\alpha}{\alpha\Delta T} \cdot 10^{-3}, \% \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad (37)$$

bunda α – kabel so‘nish ko‘effitsienti.

$\Delta\alpha$ – harorat ta‘sirida so‘nish ko‘effitsienti o‘zgarishi. dB/m

ΔT – harorat oralig‘i, $^\circ\text{C}$.

Simmetrik kabel elektr sig‘imi (38):

$$C = \frac{2(C_1+C_2)-C_{12}}{4l}, \text{ pF/m} \quad (38)$$

Simmetrik kabel sig‘imiy asimmetriyasi (39):

$$l = \frac{400(C_1-C_2)}{2(C_1+C_2)-C_{12}}, \% \quad (39)$$

Sig‘im harorat ko‘effitsienti: $TKE = \frac{\Delta C}{C \cdot \Delta T} \cdot 10^3$.

Bunda S_g – 1, 2 simlararo el. sig‘im, pF (ekran bilan birikkan).

S_2 – 2, 1 simlararo el. sig‘im, pF.

S_{12} – 1 va 2 simlar va ekran oralig‘idagi sig‘im, pF.

l – namuna uzunligi, m.

ΔS – kabel sig‘imi harorat ta‘sirida o‘zgarishi.

S – normal haroratdagi sig‘im.

To‘lqin uzunligi qisqarishi ko‘effitsienti: PE izolyatsiyada – 1,52 yaxlit
F4 izolyatsiya – 1,41 yarimhavoli PE izolyatsiya – 1,18–1,24; yarimhavoli
F4 izolyatsiya – 1,12–1,4 kabellarda PE va PF izolyatsiya elektr qarshiligi
 $\geq 5 \text{ T Om}\cdot\text{m}$ olinadi.

Aloqa modul qarshiligi (40) ifodada keltirilgan.

$$|Z_{12}| = 1.739 \cdot 1g \frac{D}{d} \cdot \left| \frac{U_2}{U_1} \right| \cdot F \quad (40)$$

bunda D – koaksial liniya ichki diametri.

d – kabel tashqi sim tashqi diametri.

U_1 – kirish kuchlanishi, $m V$.

U_2 – chiqish kuchlanishi, $m kV$.

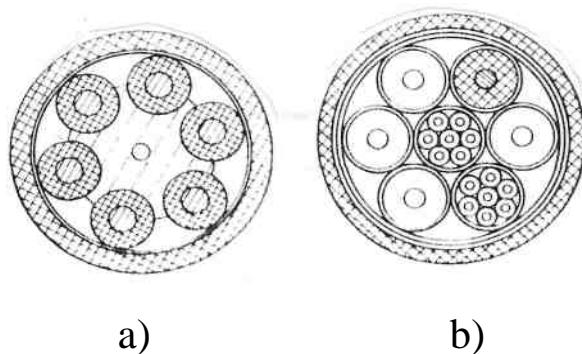
F – chastota xarakteristikasi tuzatuv koeffitsienti.

16. RADIO TO'LQINLI SPIRALLI KABEL.

Kabel induktivligini oshirish uchun PEL sirli sim $d=0,10$ mm spiralsimon qilib o'ralgan. Sim diametri 7 mm PE o'zakka o'raladi, o'ram qadami 0,13 mm ($\varnothing=0,35$ mm) 0,85 mm ($\varnothing=0,51$ mm) qilib olinadi. Ichki sim qo'sh PE tasma ($h=0,09$ mm) bilan o'raladi va unga yaxlit PE izolyatsiya yotqiziladi. Izolyatsiyalangan sim mis to'qima bilan ekranlanadi. Alohida izolyatsiyalangan sim parallel yotqiziladi yoki buralib oraligi PE yoki F4, F4 M bilan to'latiladi. Ekran ustidan PE, PVX qoplama beriladi. Kabel 50, 100 m uzunliklarda tayyorlaniladi.

16.1. Aralash radioto'lqinli va kamer televizion kabellar

Aralash to'lqinli kabel 1–6 koaksial juftli, 1–75 tagacha quvvatli, ahborot va qo'shimcha simga ega. Koaksial juftlik ichki simi 7 ta mis tola ($d=0,26 - 0,85$ mm) dan tayyorlangan kabellar asosan PE izolyatsiyali, VKR–18, TVK–33, TKK–80, TKMK–65 turli mahsus rezina izolyatsiyali, usti mis tolali to'qimaga ega. 34-rasmda radio tulqinli spirali kabel konstruktsiyalari keltirilgan.



34-rasm. Aralash radioto'liqinli va kamer television kabellar kesim yuzasi: a) radioto'liqinli; b) kamer television kabel.

Kabellar 0,14; 0,35; 0,5; 1,0; 1,5 mm² kesimli mis simdan iborat. 4,5 lar yoki 7 izolyatsiyalangan simlar o'ralib guruh tuziladi, so'ng o'ram ustidan mis tola to'qiladi. Quvvatli, nazorat, axborot sim guruhlari va koaksial juftlik buraladi, oralg'i paxta-qog'oz yoki kabel tolada to'latilib PETfli lok to'qima, rezinkalangan to'qima o'raladi va ustidan mis tola to'qiladi. Ekranga sintetik yoki gazmol tasma o'rab so'ng PE, PVX yoki rezina qobiq yotqiziladi.

Televizion kamer koaksial juftligi 7 simli ichki mis o'tkazgichli PE yoki rezina izolyatsiyali mis to'qimali qilib tayyorlaniladi. Kushimcha sim 7 misli $d=0,30$ mm simdan iborat PVX, PE izolyatsiyali bo'ladi. Rezina izolyatsiyali sim lafsan yoki kapron bilan to'qiladi, 7 izolyatsiyalangan sim guruhga bo'linadi. 24 simli kabel 3 koaksial juftlik va 3 ta ekranlanmagan qo'shimcha guruhdan iborat bo'lib, ular o'zak atrofida buraladi. Buralgan kabel gazmol yoki plastmassa tasmada o'raladi, misli ekran yotqizilib, PVX qoplama beriladi. Kabel xizmat muddati 4 yilga mo'ljallangan.

16.2. Kollektiv, hususiy television antenna qabul kabellari

Bularga RK 75 – 3,7 (4,7,9) –11 (13,14,15,16) turdagi radioto'liqinli koaksial kabellar misol bo'ladi, hamda KPTM, KPTA, KPTO turdagi kabellar ham kiradi. RK, KPTM turli kabellar magistral kabel sistemasida

qo‘llanadi. Kabel 50 m uzunlikda tayyorlanadi. Kabel o‘tkazgichi mis simlg qilib tayyorlanadi, u yaxlit yoki g‘ovak PE izolyatsiyaga ega. Ekran ustidan PE yoki PVX qoplamasi yotqiziladi.

Ishlatganda kabel ichki qismiga nam kirishidan saqlash kerak.

16.3. Aloqa kabellari

Bu kabellar magistral, shaharlararo, viloyat ichki (zonali), qishloqli, shaharli, suvosti, birlashtiruvchi tarmoq radioto‘lqinli turli bo‘lib, past va yuqori chastotalarga bo‘linadi. Tuzilishi bo‘yicha: simmetrik va koaksial, birjinsli va aralash juftli, to‘rtlik, o‘ramali va dastak o‘ramli turlarga bo‘linadi. Kabellar izolyatsiya va qobiq turlari bo‘yicha ajratiladi.

Belgilanishi: M – magistral, shaharlararo, KM – koaksial magistrali, T – shahar telefoni, S – stirofleks izolyatsiyali, P – polietilen izolyatsiyali, A – aluminiy qobiqli, S – po‘lat qobiqli.

Himoya qoplami: G – ochiq (qo‘rg‘oshin qobiqli), B – tasmali zirx, K – yumaloq sim zirxli. Tashqi qobiq – P yoki V shaharlararo simmetrik kordel-qog‘oz izolyatsiyali qo‘rg‘oshin qobiqli – MKG, MKSK, polietilen izolyatsiyali – MKPG, MKPB, MKPK turli qilib ishlab chiqariladi.

Simmetrik stirofleks izolyatsiyali, aluminiy qobiqli kabel – MKSAP, MKSAPBP, MKSAPKP, po‘lat qobiqlisi MKSSP turlarida tayyorlaniladi.

Koaksial kam o‘lchamli plasmassa qobiqli – MKTP, MKTPB, qo‘rg‘oshin qobiqli – MKTS, MPTSB, aluminiy qobiqli PE shlangli - MKTSAP turlarga ega.

Yakka koaksial g‘ovak-polietilen izolyatsiyali tashqi aluminiy simli- VKPAM, VKPAP turli bo‘ladi.

Juft o‘ramli qo‘rg‘oshin qobiqli shahar-telefon kabeli – TG, TB, TK, polietilen izolyatsiyali plastmassa qobiqli – TMP, TPPB, TPV, TPVB turlarida ishlab chiqariladi.

Biriktiruv tarmoqlari yulduzli o‘ram kabellari TZG, TZB (kordel-kordel qog‘oz izolyatsiyali) va TZPP, TZPPB (g‘ovak polietilen izolyatsiyali), aluminiy qobiqli PVX himoya tasmali – TZAVG, TZAVB turli bo‘ladi. Belgi ohirida o‘tkazgich soni va diametri keltiriladi. MKSP – 7 x 4 x 1,2 – shaharlararo kordel stirofleks izolyatsiyali po‘lat tasmada zirxlangan, 7 ta yulduzli to‘rtlikda o‘ralgan bir tolali sim diametri 1,2 mm PE izolyatsiyali plastmassa qobiqli qishloq kabeli: KSPP, KSPV, KSPVB-turli bir to‘rtlik va to‘rt to‘rtlikdan iborat sim diametri 0,9 mmga teng. Bir juftli – PRVPM, PRVPA (aluminiy simli) turda ishlab chiqariladi.

Suvosti koaksial kabeli – KPK, KPEK, KPEB turga ega.

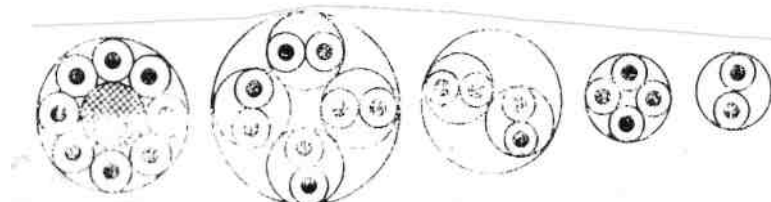
Radioto‘lqinli: RK – radiokoaksial, RD – radiojuftli, RS – radio stirofleksli turlarda ishlab chiqariladi.

Simmetrik kabellar. Kabel tok o‘tkazish simida mis va aluminiy qo‘llaniladi. Mis sim diametri – 0,4; 0,5; 0,6; 0,7 mm bo‘lib shahar telefon kabellarida va 0,8; 0,9; 1,0; 1,1; 1,2; 1,3; 1,4 mm diametrlilari esa shaharlararo kabellarda qo‘llaniladi.

Aloqa kabellarida aluminiy simining diametri 1,15; 1,55; 1,8 mmga teng olinadi.

Aloqa kabeli izolyatsiyasida qo‘llaniladigan materiallar o‘zgarmas elektr xarakteristikali bo‘lishi kerak. Eng yaxshi dielektrik havo hisoblanib, ko‘pincha aralash izolyatsiya qo‘llaniladi. Keng ishlatiladigan plastmassalar – stirofleks, polietilen, ftoroplast, polivinilxlorid va boshqalardir.

Simmetrik aloqa kabellari: naysimon (nay qo‘rinishida simga spiralli yotqizilgan), yaxlit, g‘ovaksimon (ko‘pik plast), ballonli (naysimon davriy siqilgan), kordel-naysimon (plastmassa kordel va nay) qilib ishlab chiqariladi. 35-rasmda simmetrik aloqa kabellari konstruktsiyalari keltirilgan. Konstruktsiya quyidagicha o‘raladi:



35- rasm. Simmetrik aloqa kabellari konstruktsiyalari.

Juft o‘ralish (P) – izolyatsiyalangan ikki sim 300 mm qadamda o‘raladi (a); to‘rtlik yulduz o‘ralish (3) izolyatsiyalangan to‘rt sim 150-300 mm qadamda o‘raladi (b); ikki juftlik o‘ramli (DP) – ikki juftlik to‘rtlikka 150 – 300 mm qadamda o‘raladi (v);

Qo‘sh yulduz o‘ram (DZ) – to‘rt juftlik yulduzga 150 – 300 mm qadamda o‘raladi (g);

Sakkizlik o‘ram (v) – sakkiz izolyatsiyalangan sim PE o‘zagi atrofida konsentrik joylashtiriladi (d).

Elektr xarakteristikalarini stabil hisoblangan o‘ram yulduzsimon bo‘ralish hisoblanadi.

Koaksial kabellar – ichki o‘tkazgichi tsilindr shaklda bajarilib, egiluvchanlik talab etilsa, ko‘ptolali (7,19 yoki 37) qilib tayyorlanadi. Ba’zida yuqori mexanik mustahkam bimetall ham qo‘llaniladi. Izolyatsiya, kichik $tg\delta$ ga, katta ρ ga va $\epsilon \rightarrow 1$ ega bo‘lishi kerak. Izolyatsiya materiali sifatida polisterol, PE, ftoroplast va hokazo ishlatiladi. Izolyatsiya yaxlit yoki aralash ($V_k/V_x = 1/10 \div 1/20$ - qattiq dielektrik hajmi havoga bo‘lgan

nisbati) bo‘ladi. Izolyatsiya uzlukli va uzluksiz (kordel, ballon, spiral tayanch, qalpoqchali, sinchli) qilib tayyorlanadi.

Shaybali izolyatsiya – PE dan shayba tayyorlanib, kabel uzra ma’lum oraliq (20 – 60 mm)da joylashtiriladi.

Tiqmali izolyatsiya – PE asosida uzunligi 12 mm tiqin tayyorlanib, ular 6 mm oraliqda joylashtiriladi.

Ballonli izolyatsiya – qalinligi 0,2 – 0,3 mml PE naychasidan har 7 – 12 mm uzunlikda davriy tiqib tayyorlanadi.

G‘ovak izolyatsiya – yaxlit ko‘piksimon PE dan tayyorlanadi.

Kordel-naysimon – PE kordeli (diametri 0,6 – 0,8 mm) va PE nay (qalinligi 0,2 – 0,3 mm)dan iborat.

Spiralli izolyatsiya – vint yo‘nalishli spiralsimon shaklli PE tasmali 4 do‘ngli izolyatsiyadan iborat.

Tashki o‘tkazgich molniya shaklli – uzluksiz tsilindrli naydan iborat bo‘ladi.

To‘lqin (gorf)langan tashqi o‘tkazgich – mis tasmadan tashkil topib, ulangan qism bosqichlangan.

Vintsimon – tashki o‘tkazgich mis yoki aluminiy tasmaidan tashkil topgan.

Tashki o‘tkazgich to‘qima ko‘rinishida. Koaksil kabel ekrani po‘lat yoki bimetall (mis-po‘lat) tasmadan iborat spiral o‘ram ko‘rinishida bajariladi.

Kabel o‘zagi ko‘rinishi – buralik o‘rama va dastakli.

Uzoq va mahalliy aloqa kabellarida umumiy o‘ralish-o‘ramaligi. Kabel zanjirini o‘zaro va tashqi to‘lqinlardan himoyalash, hamda va yotqizish sharoitida elektr ko‘rsatkichlarini mo‘tadil etish uchun ekran (to‘siq)

qo'llaniladi. Ekran mis, aluminiy yoki po'lat tasmalardan iborat spiral holda bajariladi. Juda egiluvchan kabellarda ekran mis simi asosida ishlab chiqariladi.

Qobiq va himoya qoplamalari. Qobiqlar – metalli, plastmassali va metall plastmassali qilib tayyorlanadi. Metallisimon-qo'rg'oshinli, aluminiyli va po'latli qilib tayyorlanadi. Qo'rg'oshinli – qaynoq holda siqish usuli bilan yotqiziladi. Aluminiylisi – qaynoq holatda siqib yotqiziladi yoki egib yotqizib yondosh qismlari payvandlanadi; elektr kimyoviy korroziyadan aluminiyni saqlash uchun PVX va PE shlanglari qoplanadi; po'lat qobiq qalinligi 0,3 – 0,5 mmli tasmani naysimon holda tayyorlanib tutash qismlari payvandlanadi. Uni korroziyadan himoyalash uchun PVX yoki PE shlangi yotkiziladi.

Plastmassali qobiq – PVX, PE poliizobutilen kompozitsiyasidan tayyorlanadi.

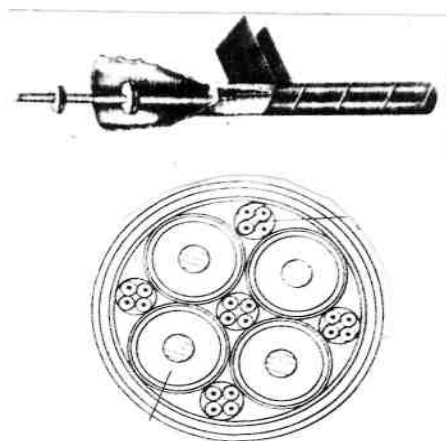
Aralash metallplastik – shakllangan aluminiy tasma ustidan shlang yotqiziladi; aluminiyli (qalinligi 0,13 – 0,2 mm) tasma va ruxlangan po'lat tasma (0,2 mm qalinlikda) va PE dan iborat shlang yotqiziladi.

16.4. Magistral koaksil kabellar

Uzoq aloqali koaksil kabellar o'rta ichki va tashqi o'tkazgich o'lchamlari 2,6/9,4 mm kichik o'lchamli 1,2/4,6 mmli, aralash o'rta va kichik o'lchamli turlarga bo'linadi. Suv osti kabellar mavjud bo'lib uning sim o'lchamlari 5/18, 8,4/25 mm oralig'ida bo'ladi. Uzoq aloqa va televideniya koaksil kabellari KMB – 4 turli (simlari 2,6/9,4) 4 koaksil juftlik va 5 yulduzli to'rtlikdan iborat. Koaksil juftlik ichki mis sim diametri 2,6 mm va tashqi mis nayi ($d \approx 9,4$ mm)dan iborat bo'lib, polietilen izolyatsiya qalinligi $h=2,2$ mmga ega va izolyatsiya oraliklari 25 mmga

teng. 27 rasmda magistral koaksial kabellar konstruksiyalari keltirilgan. Tashqi o'tkazgich ustidan qo'sh po'lat tasma ($\Delta=0,15\pm 0,2$ mm)li qo'shimcha ekran, kabel qog'oz qatlami va qo'rg'oshinli qobiq yotqaziladi.

KMB, KMG, KMG-4, KMB-4 turdagi va h.k. (GOST 10971-79) koaksial kabellari 2,6/9,4 mm turli to'rt koaksial juftlik va 5 diametri 0,9 mml simli to'rtlikdan iborat bo'lib, ular chastotasi 25 MGts gacha zichlikda ko'p kanalli aloqa va televidenie uchun mo'ljallangan. 5 ta qo'shimcha to'rtlikli KMG-4-5P turdagi kabel 17 MGts ishlaydi. Chastotasi 60 MGts gacha ishlaydigan kabel KMG-4-60, KMG-8/6-60 va h.k belgilanadi.

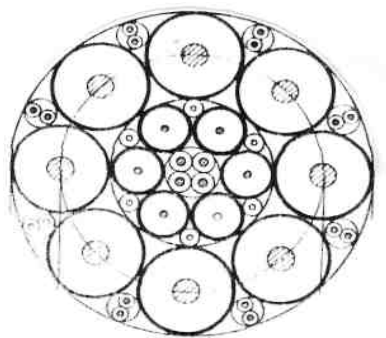


36- rasm. Magistral koaksial kabellar konstruksiyalari.

Koaksial juftlik misdan tayyorlanib, sim ustiga diametri 9,4 mm, qalinligi 2,2 mml PE shayba 30,3 mm qadamda o'rnatiladi. Tashqi o'tkazgich KMG-4 turli kuydirilgan 0,26 mm qalinlikdagi eni 30,6 mm ga teng gofrli o'tkazgichdan iboratdir. Koaksial juftlik qalinligi 0,15 mm ikki po'lat tasma bilan o'ralgan, qog'oz tasma yoki plastmassa bilan o'ralgan. Simmetrik juftlik simlari 1,9 mmga teng diametrda PE yoki kordel-qog'oz izolyatsiya qilinadi. Markazdagi juftlik sirlangan PES – 0,9 simli qog'oz yoki PE izolyatsiyali qilib tayyorlanadi. To'rtli izolyatsiya rangi turlicha qilib olinadi. To'rt koaksial juftlik 2,6/9,4 mm 850 mm qadamda qolgan

o‘raladi. KM turli kabelida belbog‘ izolyatsiya ustidan qo‘rg‘oshin qoplanadi. KME turli kabelda-qo‘sh metalli (aluminiy-qo‘rg‘oshin) qalinligi $\Delta_q=1,3$ mm, $\Delta_{A1}=1$ mm bo‘lib qoplama va BP, B_p, B_pSh_p, K_pSh_p, B_pG tur himoya qoplamasi yotqaziladi. 37-rasmda koaksial aralash magistral kabel konstruktsiyasi keltirilgan.

Koaksial aralash magistral kabel 2,6/9,4 mm koaksial juftlikka ega bo‘lib, aloqa kanal quvvatli dastali shakllash va televizion axborotni uzoq masofalarga 25 MGts chastotada, 1,2/4,6 mm koaksial juftlikda axborotni 10 MGts chastotada uzatadi. Kabel 8 koaksial 2,6/9,4 mm juftlik, 6 koaksial 1,2/4,6 juftlikdan iborat, 8 simmetrik juftlik, 1 simmetrik to‘rtlik va 6 bir simlilarga ega.



37- rasm. Koaksial aralash magistral kabel konstruktsiyasi.

Simlar PENP – ballonli izolyatsiyaga ega. Qo‘rg‘oshinli qobiq va B, BG, B₁, K, K₁ himoya qoplamalariga ega.

Sim zirxli kabel uzunligi kamida 600 m, tasma zirxli kabel esa 400 mashina qilib olinadi. Koaksial juftlik 2,6/9,5 so‘nish koeffitsentini chastotaga bog‘liq xarakteristikasi quyidagicha:

f , MGts	1	4	12	20	40	60
α , dB/km	2,40	4,79	8,29	10,72	15,20	18,65.

Bu juftlik ishchi kuchlanishi 1000 V o'zgaruvchan va 1400 V o'zgarmas kuchlanishlarga ega. Kabel xizmat muddati 30 yil.

Kichik o'lchamli koaksial kabellar. Koaksial juftlik 1,2/4,6 mm tur magistral kabel aloqa va televideniada 60-10000 KGts chastotaga mo'ljallangan. Ichki sim kuydirilgan misdan diametri 1,2 mm qilib tayyorlanadi. Simga PENP 0,75 mm qalinliqda naychalar har 12 mm oraliqda siqilib yotqizilgan izolyatsiya ustidan kuydirilgan mis tasma $\Delta=0,16$ mm yotqizilib uning ustidan qo'sh po'lat tasma $\Delta=0,1$ mm va 1 plastmassa tasma o'raladi.

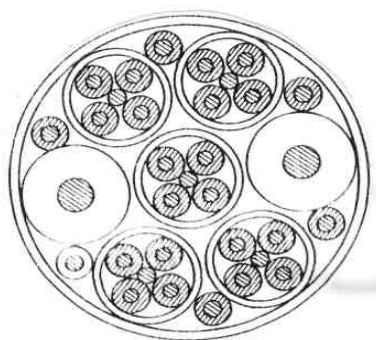
Nazorat va simmetrik juftlik simlari diametri 0,7 mmlni misdan, diametri 0,6 mm PENP izolyatsiyadan iborat. Nazorat simi davriy ochiq qismlarga ega. To'rt koaksial va to'rt simmetrik juftlik o'rtadagi simmetrik juftlik va nazorat simlariga buralgan, ustidan qog'oz tasmali va PE belbog' izolyatsiyasi, qo'rg'oshin yoki aluminiy qobig'i yotqizilgan bo'ladi. Aralash plastmassali qobiq 1,8 mmlni PE va 2,2mmlni PVX dan iborat. Aluminiyli qobiq ustidan PE shlangi kiygiziladi.

Kabel uzunligi 500 m (MKTSK – 4) 300 m, (MKTSSh_v – 4) va 100 m (PE ballon izolyatsiyali MKKPA)li qilib aralash magistral aloqa kabeli aloqa kanal zanjiri dastagi, avtomatika va ko'rsatkichlarni uzatish, elektrlashgan temir yo'l uzra o'tadigan 1 kabelli aloqa uzatkichida qo'llanishga mo'ljallangan. Zanjirlar distantsion manbaga oraliq apparaturaga o'zgarmas 1000 V yoki o'zgaruvchan 690 V kuchlanishda uzatib beradi. 35- rasmda kichik ulchamli koaksial kabel konstruktsiyasi keltirilgan.

Aralash kabel 1,2/4,6 mm turli koaksial juftlikdan, ikki yuqori chastotali va uch past chastotali diametri 2,80 mm to'rtlik, besh axborot va

bir nazorat ($l=1,6$ mm simlardan iborat simmetrik to'rtlik simi kordel-naysimon PE izolyatsiyaga ega.

Izolyatsiyalangan to'rtlik kordel atrofida 300 mm qadamda buralgan. Axborot juftlari yaxlit PE, nazoratlisi uzlukli PE izolyatsiyali koaksial juftlar, juftliklar, axborot juftligi, nazorat simi 600 mm qadamda o'ralgan, o'ralgan juftlik va to'rtlik ustidan bir plastmassa va 5 – 6 qog'oz tasmali belbog' izolyatsiya yoki bir plastmassa, 3 qog'oz tasma va 6 – 8 qog'oz kordeli yotqiziladi. Belbog' izolyatsiya ustidan 1,8 mml aluminiy qobig'i, MKKPG kabelida esa qo'rg'oshin qobig' va himoya qoplama yotqiziladi. Kabel uzunliklari 500, 850, 1000 m olinadi.



38- rasm. Kichik ulchamli koaksial kabel konstruktsiyasi.

Kabel turlari: MKTAB_p – 4, MKTAB_pSh_p – 4, MKTASh_p – 4, MKTP – 4, MKTPB – 4, MKTS – 4, MKTSB – 4, MKTSBG – 4, MKTSBG – 4, MKTSB_p – 4, MKTSK_p – 4.

Zonali aloqali koaksial kabellar VKPAP turda 60 – 1500 kGts chastota oralig'ida distantсион manba o'zgaruvchan kuchlanishda 1000 Vda foydalanib ishlatishga mo'ljallangan kabel ($d=2,14$ mm) misli o'tkazgichga ega diametri 9,7 mml g'ovak PE bilan izolyatsiyalanadi. Tashqi o'tkazgich 0,8 mml aluminiy tasmali naydan iborat, unga elim berilib qalinligi 2,1 mm PE qoplama yotqiziladi.

VKPAP_t, VKPAP_{ut}, tur kabellari koaksial juftligi va yuklanuvchi po‘lat trosga qalinligi 1,5 – 2,0 mm PE qobig‘i yotqiziladi, VKPAPBG, VKPAPB, VKPAPBSh_p, kabellari PE qobig‘i ustidan qalinligi 0,3 – 0,5 mmlli po‘lat tasma, VKPAPBSh_p kabelida PE shlangi yotqiziladi. Kabellar 600 – 800 m uzunliqda tayyorlaniladi. Ular xizmat muddati 20 yil. 39-rasmda suv osti koaksial kabel konstruktsiyasi keltirilgan.



39- rasm. Suv osti koaksial kabel konstruktsiyasi.

Suvosti koaksial kabellar KP suvostida 600 kGts gacha chastotada ishlatishga mo‘ljallangan. Kabel ichki o‘tkazgichi diametri 3 mm mis sim, 12 ta diametri 1 mmlli unga o‘raladigan misli sim tashkil topgan. Kabel turi KPGK–5/18–4, KPGK–5/18–6, KPK–5/18–2,6, KPK–5/18–4, KPK–5/18–4(+4–6), KPK–9,2/34, KPEB–5/18, KPEK–5/18–4(6, 4) iborat bo‘lib, ular 2, 4, 6 po‘lat simlarga ega holda uzunligi 0,7–1 km, ba’zisi 34 km qilib tayyorlaniladi.

Ba’zi kabel sim tola oralig‘i germetik tarkibi (35% PE+65% poliizobutilenlar) bilan to‘latiladi. Sim ustiga PENP 7–15 mm qalinlikda yotqiziladi. Izolyatsiya ustiga yumaloq yoki to‘rtburchakli mis sim (0,6–0,8 mm) yotqiziladi, so‘ng mis tasma qoplanadi. KPEB–5/18 kabellari PENPli germetik qobiq (d=2 mm)ga ega. Kabel uchlari namdan himoyalaniadi. Kabel xizmat muddati 12 yil.

16.5. Nurtolali kabellar

Yorug‘lik impulsi nur uzatgichdan uzatish, so‘nish, dispersiya va yurish tezligi bilan xarakterlanadi. $n=\sqrt{\varepsilon_r\mu_r}$ ya’ni $\mu=1$ va $n=\sqrt{\varepsilon_r}$. Tola orqali nur burchak ostida yuboriladi: $A = n_3 \sin\theta_{max} = (n_1^2 - n_2^2)^{1/2}$;

Agar tolada koeffitsient $n_1 = 1,64$, $n_2=1,5$ bo‘lsa, Apertura $A=0,54$; bo‘ladi.

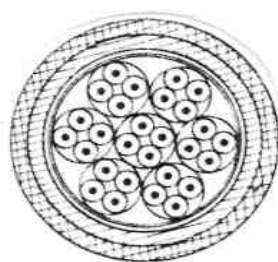
Nurtola kabeli axborotni nurtola-optik aloqa liniyasida 0,8-0,9 mkm to‘lqin uzunligida yuboradi. Nurtolali kabel $-60+70^\circ\text{C}$ haroratda ishlaydi. OK-50 turli kabel diametrni 50 mkm kvarts tola asosida tayyorlanadi va 1, 2, 4, 6, 8, 10 va 12 nurtolaga ega bo‘ladi. Kabel optik tolali poliamidli himoya qoplamiga ega va ular alohida yoki juft holda poliamidli naychaga joylashtiriladi. Poliamid naycha ichida mustahkamlovchi ikki SVM tola bo‘ladi: PVX yoki PE qobiq tashqi diametri 4 mm.

4 va 8 nurtola SVM mustahkamlovchi o‘zak atrofiga o‘raladi va PVX naychaga joylanadi. Bo‘ylamasiga SVM №17 ning 10 ta 0,2 mmli tola PVX qobiqda yotqiziladi, hamda mustahkamlovchi qalinligi $\Delta=0,5$ mm eni 30 mmli tasma yotqiziladi, so‘ng PVX yoki PE qoplamasi bilan qoplanadi ($d_g=15$ mm).

Kabel tola so‘nish koeffitsienti ≤ 30 dB/km, radial 0,25 mPa bosimga bardosh beradi. Kabel xizmat muddati > 3 yil. 1-2 tolali kabel > 350 m, 4 tolali > 200 m, 6÷8 tolali 100 m uzunlikda tayyorlanadi.

16.6. Yuqori chastotali kordel-PS izolyatsiyali simmetrik kabellar

Bu kabel qo‘rg‘oshin yoki qabariqlangan po‘lat qobiqli bo‘lib, magistral, zonali aloqa, biriktiruv yo‘llari va h.k 250-8448 kGts chastotaga 690 V gacha o‘zgaruvchan kuchlanishda ishlaydi. Tok o‘tkazgich ($d=1,2$ mm mis simli qilib, polistirol tola $d=0,8$ mm o‘raladi va PS tasma ($\Delta=0,045$ mm)). 40- rasmda yuqori chastotali kordel-PS izolyatsiyali simmetrik kabel konstruktsiyasi keltirilgan.



40- rasm. Yuqori chastotali kordel-PS izolyatsiyali simmetrik kabellar.

16.7. Past chastotali PE izolyatsiyali simmetrik kabellar.

Bu turdagi kabellar g‘ovak PE izolyatsiyaga ega, sim diametrli 0,9; 1,2 mm izolyatsiya PE qalinligi 0,5 – 0,6 mm simlar to‘rtlikka o‘raladi, ustidan to‘qima yoki tasma qoplanadi.

Izolyatsiya turli rangga ega. To‘rtlik ustidan 6 – 8 qatlam qog‘oz kabel tasma o‘raladi, so‘ng aluminiy qobiq va himoya qatlami beriladi. To‘rtliklar 4, 7, 14, 19, ... 114 gacha bo‘ladi. Kabel 850 m uzunlikda bajariladi. TZPAB_P, TZPAB_PG, TZPAB_PSh_P, TZPAK_PSh_P, TZPA_USh_P, TZPASH_P turda diametrli 0,9; 1,2 mmda ishlab chiqiladi. Kabel xizmat muddati 20 yil.

16.8. Past chastotali aralash uzoq aloqa kabellari

Radiostantsiya, radiomarkaz, shaharlaro telefon stantsiyalari ulanishida qo'llaniladi. Tok o'tkazgich diametri 0,8; 0,9; 1,2; 1,4 mm dan iborat mis simdan tayyorlanadi. Qog'oz kordeli va kabel qog'oz tasmada izolyatsiyalanadi. Izolyatsiyalangan simlar juftlik, to'rtlik, oltilik qilib buraladi. Ekranlangan juftliqda qog'oz tasma ustidan metallashtirilgan qog'oz qatlam yotqiziladi. 41-rasmda past chastotali aralash uzok aloka kabellari konstruktsiyalari keltirilgan.

To'rt izolyatsiyalangan sim 300 mm qadamda to'rtlikka buraladi, qog'oz tasmada o'raladi, so'ng metallashtirilgan qog'oz yotqiziladi. Olti izolyatsiyalangan sim ham shunday tayyorlanadi. Aralash kabellar (ekranli, ekransiz, bir-uch juftli) buraladi, ustidan paxta qog'oz tola yoki tasma o'raladi, so'ng qo'rg'oshin qobiq va tashqi himoya qoplama yotqiziladi. Kabellar 425 va 850 m uzunlikda tayyorlanadi. Turlari: TDSG, TDSG_{up}, TDSB, TDS_{up}B, TDSBG, TDS_{up}BG, TDSK, TDSG, TDSB.



41- rasm. Past chastotali aralash uzoq aloqa kabellari konstruktsiyasi.

16.9. Telefon aloqa kabellari

Bu kabellar simlari 0,32; 0,4; 0,5; 0,7 mm diametrli havo- qog'oz, g'ovak-qog'oz, PE izolyatsiyali qilib tayyorlanadi. Ularning turlari STPAPP, STPAPPB, STPAB_p, STPAV, TASH_p, TS_tS_p, TB, TG, TK, TPP, TPP_{ep}, TPP_{ep}B, TPP_{ep}B_bSh_p, TPPB, TPPBG, TPPB_bSh_p, TPP_t,TPV, TPVBG, TPPZ, TPPZB, TP_pP_{ep}, TP_pPZ, TP_pPZB_bSh_p, TP_pPB_bSh_p.

PE izolyatsiyali PE qobiqli kabel mahalliy telefon tarmoqlarida - 50+60°C, haroratda PVX qobiqlisi -40+60°C haroratda 145 V gacha, o'zgaruvchan va 200 V gacha o'zgarmas kuchlanishda ishlashga mo'ljallangan.

Yaxlit va g'ovak PE juft yoki to'rtli o'ramlar mis simi diametri 0,32; 0,4; 0,5; 0,7 mm bo'lib, bularda izolyatsiya 0,18 – 0,35 mm qalinlikda yotqiziladi. Diagonal joylashgan juftlik ishchi juftlik hisoblanadi. Juftlik (to'rtlik) 10-juftlik yoki 5-juftlikni bir yoki turli yo'nalishda buraladi (600 mm qadamgacha). Juftlik va to'rtlik soni: 20x2; 30x2; 15x4; 50x2; 25x4; 100x2; 50x4; olinib 100 juftlikdan ortig'i 50 juft (25x4) yoki 100 juft (50x4) olinadi 150x2(75x4); 200x2(100x4); 300x2(150x4); 400x2(200x4); 500x2(250x4); 600x2(300x4); 700x2(350x4); 800x2(400x4); 900x2(450x4); 1000x2(500x4); 1200x2(600x4); 1400x2; 1600x2; 1800x2; 2000x2; 2400x2.

Dastaklangan guruh yoki bog'ga belbog' izolyatsiya (PE, PVX, PI, PETF tasmalari yotqiziladi, so'ng aluminiy tasma o'rab, PE yoki PVX qobig'i qoplanadi. Qobiq qalinligi 1,5 – 3,3 mm, kabel uzunligi 500÷1250 m va juftliklar soni 10÷2400 gacha qilib olinadi.

17. KABEL KAFOLAT VAQTI VA KABEL XIZMAT MUDDATLARI.

17.1. Kabel germetizatsiyalash uchligi

Kabel izolyatsiyasini namdan saqlash maqsadida, kabelning uchki qismi germetizatsiyalab berkitilishi kerak. Qog‘oz izolyatsiyali kabellarning uchki qismlari uzoq vaqt uni saqlash zaruriyati tug‘ilganida qo‘rg‘oshinli qalpoqchalar yaxshilab kabel metal qobig‘iga payvandlanishi kappalar bilan kabel uch qismi zavodda berkitiladi.

Polivinilxlorid qobiq yoki shlangali uchki qismi (AASh_v kabeli)ni berkitish usulidan biri qobiq yoki shlang uch qismi qizdirgich yoki issiq havo oqimida payvandlov asbobida payvandlanadi. Barcha turdagi kabel mahsulotlari uch qisimli germetizatsiya qilishning eng oddiy usuliga kabel termik o‘tiruvchan kappa hisoblanadi. Ushbu kappada 206 – 11K yoki 153 – 10K turli qora rangli polietilen qo‘llaniladi.

Kappa ichki yuzasiga adgeziv qoplanadi va u eruvchan elimdan iborat bo‘ladi. Adgezivni polietilen yoki boshqa material bilan birikkandagi mustahkamlik 0,015 kN/sm dan kam bo‘lmasligi kerak. Termik o‘tiruvchan kappalar ta‘mirlash ishlarida g‘altakdagi kabelni ko‘p marotabalab kesilish mobaynida juda qo‘l keladi 54-jadvalda termik o‘tiruvchan kabel uchligi keltirilgan.

Termik o'tiruvchan kabel uchligi

Kappa turi	Kabel ichki diametri, <i>mm</i>		O'tirgunicha katta uzunligi <i>L, mm</i>	Katta devor qalinligi <i>h, mm</i>	Kabel tashqi diametri, <i>mm</i>
	O'tirgunicha <i>D</i>	O'tirgandan so'ng <i>d</i>			
4	50 ± 3	25 ± 2	120 ± 10	3,5	30 – 40
5	70 ± 4	35 ± 2	140 ± 10	3,5	40 – 55
6	90 ± 4	50 ± 2	170 ± 10	4	55 – 70
7	110 ± 5	65 ± 2	180 ± 10	4	70 – 90

Kappa kabel uchki qismiga kirgazilganida uning bosh (uchki) qismi kabelga tekkazilmay biroz bushroq qolishi kerak. Kappa qizdirilishi o'rtta kismidan boshlanishi va boshqa tomonlarga davom ettirilishi kerak.

17.2. Kabel g'altaklari

Kabel qurilish uzunligi bilan boshqa elektrotexnik jixozlardan farq qiladi va shuning uchun u g'altaklarga o'raladi. G'altakka o'raladigan kabel uzunligi g'altak bo'yni va uning g'ildiragi diametrlariga, g'ildiraklar orasidagi masofa va kabel tashqi diametriga bog'liq;

$$L = \frac{\pi B}{4d_1} (D_2^2 - D_1^2) + M \quad (41)$$

B – g'altak g'ildirak (yuza)lari oraliq masofasi, m

d_1 – kabel tashqi diametri, m

D_1 – g'altak bo'ynining diametri, m

D_2 – g'altak g'ildiragi diametri, m

G'altak raqami 5 dan 30 gacha bo'lib, u detsimetrda o'lchanadi.

Quyida ba'zi g'altak raqami va o'lchami 55- jadvalda keltirilgan.

G'altak raqami va o'lchami

G'altak raqami	G'ildirak diametri <i>mm</i>	Bo'yin diametri <i>mm</i>	Bo'yin uzunligi <i>mm</i>	O'q diametri <i>mm</i>	G'altak massasi <i>kg</i>
5	500	200	230	35	18
6	600	200	250	35	25
8	800	450	230	50	40
10	1000	545	500	50	90
12	1220	650	500	70	120
14	1400	750	710	70	165
16	1600	1200	600	70	290
17	1700	900	750	80	325
18	1800	1120	900	80	485
20	2000	1220	1000	80	700
22	2200	1320	1000	100	950
25	2500	1500	1630	120	1470
30	3000	1800	1800	150	2700

Kabel g'altagi yog'och yoki metalli qilib tayyorlanadi. Kabel uch qism ellipsimon g'altak teshigidan tashqariga chiqarib metal varaqda qoplanadi. Kabel g'altakka to'g'ri qator bilan zich o'raladi va g'altak g'ildiragiga mustahkamlanadi. Kabelli g'altak yogoch taxtalar bilan zich yoki oralatib o'raladi. G'ildirak ichida suv o'tmas xaltachada kabel elektr sinov xujjatlari joylanadi.

17.3. Kabel qurilish uzunligi

Kabel qurilish uzunligi davlat standarti yoki texnik shartda belgilanib, bir uzunlik birligidagi meyorlangan kabel uzunligi keltiriladi. Kabel konstruktsiyasi, simning kesim yuzasi, kabel kuchlanishiga bog'liq holda kabel qurilish uzunligi 200 dan 450 metrgacha, kichik o'lchamlarining uzunligi 50 – 100 mni tashkil etadi.

Qog‘oz izolyatsiyali kabel qurilish uzunligi

Kabel kuchlanishi, kV	Sim ko‘ndalang kesim yuzasi, mm^2	Uzunligi, m		Uzunlik sonidan % katta bo‘lmasligi kerak	Kam o‘lchamli uzunligi, m
		40% gacha	60% gacha		
1-3	70 gacha	300	450	10	50
	95, 120	250	400		
	150 yuqori	200	350		
6-10	70 gacha	300	450	5	100
	95, 120	250	400		50
	150 yuqori	200	350		50
20-35	Barcha kesim yuzasi	250	250	5	100
3 kV	16 gacha	450		20	50
	25, 70	300			
	95 yuqori	200			
6 kV	70 gacha	450			
	95, 120	400			
	150 yuqori	350			

Qog‘oz izolyatsiyali kabel qurilish uzunligi (GOST 18410–73) 56-jadvalda keltirilgan. Plastmassa izolyatsiyali kuchli kabel qurilish uzunligi

GOST 16442–80 ga asosan. Rezina izolyatsiyali kuchli kabel qurilish uzunligi GOST 433–73 ga asosan 125 m ko‘p bo‘lishi kerak.

Rezina va plastmassa izolyatsiyali nazorat kabellari qurilish uzunligi GOST 1508–78 ga asosan 100 m dan kam bo‘lmasligi kerak.

Moy to‘latilgan past bosimli yuqori kuchlanishli kuchli kabelning bir g‘altakdagi qurilish uzunligi 900 – 1130 m dan kam bo‘lmasligi zarur.

Tunnel va kanallarda yotkaziladigan kabellar qurilish uzunligi 400 m dan kam bo‘lmasligi kerak.

17.4. Kafolat vaqti va kabel xizmat muddati

Kabel kafolat vaqti – bu davr ichida kabel ishlab chiqaruvchi zavod kabelga belgilangan talabni bajarilishini ta‘minlashi kerak. Ushbu shart iste‘molchi tomonidan kabel elitib berilishi, saqlanishi, yotkazilishi, montaji va ekspluatatsiya buzilmagan holatda bajariladi. Kafolat vaqti kabel ekspluatatsiyasi boshlangandan hisoblanadi.

Kabel xizmat muddati deganda, uning ekspluatatsiya boshlanishidan chegaraviy holatga etgan kalendar davomat vaqti olinadi, ya‘ni uni boshqa ekspluatatsiya qilish imkoniyati bo‘lmaydi. Xizmat muddati kabel sotib olingandan boshlab hisoblanib, transportirovka, saqlash, yotkazish, montaj va ekspluatatsiya shartlari buzilmagan bo‘lishi kerak. Kuchli kabel konstruktsiyasiga qarab uning kafolat vaqti va kabel xizmat muddati quyidagi 57-jadvalda keltirilgan.

Kafolat vaqti va kabel xizmat muddati

Muddat ko‘rinishi	Kabellar		
	Plastmassa izolyatsiyali GOST 16442–80	Moy shimdirilgan qog‘oz izolyatsiyali GOST 1810–73	Oqmas tarkibli qog‘oz izolyatsiyali GOST 18409–73
Kafolat vaqti	5	4,5	
Xizmat muddati	25	30	

Kabelning xaqiqiy xizmat muddati standartlarda keltirilgan vaqt bilan cheklanmay, balki kabelning texnik holati bilan aniqlanadi. Darhaqiqat 40-50 yil va undan ko‘p ishlatilayotgan ko‘pgina kuchli kabellarni bir qancha kabel tarmoqlarida uchratilishi bunga misol bo‘ladi.

18. KABELLARDA ELEKTR, ISSIQLIK VA BOSHQA TURDAGI QIYMATLARNI HISOBLASH.

18.1. Kabel elektr hisobi

Kabelni hisoblashda kabel uzatgichi ishchi kuchlanishi va uzatiladigan quvvat, tarmoqda yuklanma o‘zgarish sharoiti, o‘ta kuchlanish va qisqa tutashuv toklari xarakterlari hamda qiymatlari, kabel yotqizilish sharoiti berilishi kerak.

Kabel hisobi quyidagi tartibda bajariladi:

1. Berilgan yuklama va yotqizish sharoitiga asosan kabel simining kesim yuzasi va sim konstruktsiyasini tanlash;
2. Izolyatsiyada elektr maydon ruxsat etilgan ishchi kuchlanganligini tanlash va izolyatsiya qalinligini hisoblash;
3. Berilgan yotqizish sharoiti va vaqtga nisbatan yuklama tartibi

bo'yicha sim, izolyatsiya, qobig' va zirxda ajraladigan issiqliklarni hisobga olgan holda tanlangan kabel kesim yuzasini ruxsat etilgan yuklama tokining hisobi yuqori kuchlanishli kabel uchun, uning issiqlik teshilishi sodir bo'lishi mumkin sharoit hisoblanilishi kerak.

O'zgaruvchan tokda kabel izolyatsiyasida elektromagnit jarayon umumiy holda ko'riladi. Agarda izolyatsiyada to'lqin uzunligi kabel diametridan ancha katta bo'lsa elektr va magnit maydon alohida ko'rilishi kerak. Bunda izolyatsiyadagi elektr maydon potentsiali uchun Puanson (42) tenglamasi qo'llaniladi:

$$\nabla^2 U + Q/\varepsilon\varepsilon_0 = 0 \quad (42)$$

bunda Q – izolyatsiya hajm birligidagi zaryad, Kl; $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$

F/m – vakuum dielektrik singdiruvchanligi;

∇^2 – Laplas operatori;

ε – izolyatsiya nisbiy dielektrik singdiruvchanligi.

Kabelda yuklama doimiy bo'lsa, issiqlik maydoni kabelda doimiy bo'lib, izolyatsiyadagi harorat quyidagicha tenglamada yoziladi (43):

$$\nabla^2 T + q/\chi = 0 \quad (43)$$

q – dielektrik hajmdagi vaqt birligida ajraladigan issiqlik miqdori;

χ – dielektrik issiqlik o'tkazuvchanligi. O'zgaruvchan yuklamada kabeldagi o'tkinchi issiqlik jarayoni (44):

$$\nabla^2 T + \frac{q}{\lambda} = \frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial t} \quad (44)$$

bunda $a = \chi/c$, c - izolyatsiya hajm birligidagi issiqlik sig'imi. Kabeldagi elektr va issiqlik sig'imini hisoblaganda tsilindr koordinatida Laplas operatori (45):

$$\nabla^2 U = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial U}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 U}{\partial \phi^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \quad (45)$$

Birsimli kabelda potentsial kabel markazidan bo‘lgan masofaga bog‘liq va Laplas operatori (46):

$$\nabla^2 U = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial U}{\partial r} \right) \quad (46)$$

Elektr maydonida potentsial taqsimlanishi o‘ngdagi ifoda nolga tenglanib, integrallanib $rdU/dr=A$ olinadi. Qobiq potentsiali nolga tengligi hisobga olinib, integrallash orqali (47):

$$E = U_0/r \ln \frac{R}{r_0} \quad (47)$$

olinadi. Bu ifoda muhit elektr parametrlari doimiy bo‘lganida o‘z o‘rnini topadi. Bunda g_0 -sim radiusi; R -izolyatsiya radiusi kabel simidagi zaryad nisbatlari quyidagicha (48):

$$U_0 = \frac{Q}{2\pi} \int_{r_0}^R \frac{dr}{\varepsilon \varepsilon_0 r} \quad (48)$$

yoki elektr maydon kuchlanganligi va kabel sig‘imi (49, 50):

$$E = \frac{U_0}{(r \varepsilon \int_{r_0}^R \frac{dr}{r \varepsilon})} \quad (49)$$

$$C = \frac{Q}{U_0} = \frac{2\pi \varepsilon_0}{\int_{r_0}^R \frac{dr}{r \varepsilon}} \quad (50)$$

agarda $\varepsilon=const$ bo‘lsa (51):

$$C = \frac{2\pi \varepsilon_0}{\ln \frac{R}{r_0}}$$

(51)

Kabel issiqlik qarshiligi (52):

$$S_{iz} = \frac{1}{2\pi \lambda} \ln \frac{R}{r_0} \quad (52)$$

Izolyatsiyadagi haroratni radiusga bog‘liqligi:

$$\tau = \frac{P_j}{2\pi \lambda} \ln \frac{R}{r} \quad (53)$$

bunda R_j – simdagi quvvat isrofi $\tau_j = P_j \cdot S_{iz}$ (54)

18.2. Izolyatsiya darajalanishi

Birjinsli izolyatsiyada sim yaqinida elektr maydon kuchlanganligi eng yuqori va qobiq yoʻnalishiga qarab kamayib boradi. Bunday holatda izolyatsiya elektr mustahkamligi toʻliq ishlatilmay, miqdoran izolyatsiya qoʻllanish koeffitsienti bilan baholanadi (55):

$$\eta = \frac{E_o'r}{E_{max} \frac{r_0 \ln \frac{R}{r_0}}{(R-r_0)(N-1)}} \quad (55)$$

bunda $N=R/r_0 = e^{v/r_0} E_o'r$

$E_o'r$ - kabelda oʻrta maydon kuchlanganligi. Agarda oʻzgaruvchan kuchlanishda $\epsilon r = const$ yoki oʻzgarmas kuchlanishda $\gamma r = const$ boʻlsa, maydon kuchlanganligi oʻzgarmas va $E_o'r = \frac{U_o}{(R-r_0)}$ ga teng.

Bunda izolyatsiya qalinligi minimal, hamda $\eta=1$ ga teng. Oʻzgaruvchan kuchlanishda radius ortishi bilan 8 kamaytirilishi pogʻonali bajarilib, bu izolyatsiya darajalanishi deyiladi. Qoʻsh katlamli darajalashda (56):

$$E = \frac{U}{\left[\epsilon r \left(\frac{1}{\epsilon_1} \ln \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{\epsilon_2} \ln \frac{R}{r_1} \right) \right]} \quad (56)$$

Birinchi va ikkinchi qatlam boshlarida maydon kuchlanganliklari (57,58):

$$E_1 = \frac{U}{\left[\epsilon_1 r_0 \left(\frac{1}{\epsilon_1} \ln \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{\epsilon_2} \ln \frac{R}{r_1} \right) \right]} \quad (57)$$

$$E_2 = \frac{U}{\left[\epsilon_2 r_0 \left(\frac{1}{\epsilon_1} \ln \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{\epsilon_2} \ln \frac{R}{r_1} \right) \right]} \quad (58)$$

Bularni taqsimlasak (59):

$$r_1 = r_0 \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2} \cdot \frac{E_1}{E_2} = r_0 k f \quad (59)$$

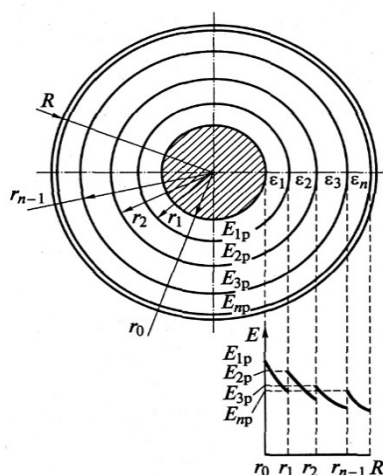
$$k = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \quad f = \frac{E_1}{E_2}$$

Bunda ε_1 , ε_2 - birinchi va ikkinchi qatlam nisbiy dielektrik singdiruvchanliklari. 42-rasmda darajalanishdagi izolyatsiya qatlamini joylashuvi keltirilgan/ Agar n-ta qatlamli ε_1 , ε_2, \dots dielektrik singdiruvchanli izolyatsiyaga ega bo'lsak

$$E = \frac{U}{\left[\varepsilon r \left(\frac{1}{\varepsilon_1} \ln \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{\varepsilon_2} \ln \frac{r_2}{r_1} + \dots + \frac{1}{\varepsilon_n} \ln \frac{R}{r_{n-1}} \right) \right]}$$

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\varepsilon_i} \ln \frac{r_i}{r_{i-1}}} \quad (60)$$

Odatda shimdirilgan qog'oz yuqori va past zichliklarida 8 qiymati 4,3 dan 3,5 gacha o'zgaradi (60).



42- rasm. Darajalanishdagi izolyatsiya qatlamini joylashuvi.

Ekranlanmagan izolyatsiyali kabel simlari sektorli bo'lsa, elektr maydon noradial bo'ladi. Maydon tashkil etuvchisi qog'oz qatlam bo'yicha yo'nalgan (tangentsiallisi) sirpanuvchan razryad rivojlanishini keltirib chiqaradi. Ruxsat etilgan tangentsial tashkil etuvchi radialidan 8-10 marotaba kam. Shu sababli 20 kV va yuqori kuchlanishli kabel izolyatsiyalangan simi ekranlanadi.

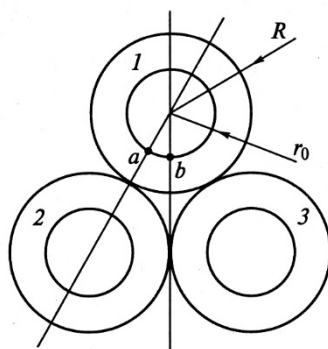
Uch simli kabel yumaloq holda tayyorlansa, unda 1 va 2 sim orasidagi uch fazli kuchlanish U_l fazalararo kuchlanish a nuqtada bo‘ladi. 43-rasmda yumaloq simli kabellarda elektr maydonidagi maksimal kuchlanish hisobiga keltirilgan. Faza kuchlanishi 1 simda eng kattaligida 2 va 3 simlar ($-0,5U_f$) ga teng bo‘ladi, eng yuqori kuchlanganlik bunda 5 nuqtada bo‘ladi. Maksimal kuchlanganlik quyidagicha hisoblanadi (61):

$$E l \frac{0,18}{r_0 \max} \text{ kV/mm} \quad (61)$$

bunda $\Delta=R-r_0$ – sim izolyatsiyasi qalinligi, mm

r_0 – sim radiusi, mm

a – nuqtadagi maksimal kuchlanganlik:



43- rasm. Yumaloq simli kabellarda elektr maydonidagi maksimal kuchlanish hisobiga.

$$E \frac{U_l \sqrt{(N+1)(N-1)}}{2r_0 \ln(N+\sqrt{N^2-1})_{amax}} \quad (62)$$

bunda $N=R/g_0$

Sektor shakli uchfazli kabellarda maydon kuchlanganligining hisobi a , s va k nuqtalari uchun bajariladi. a nuqta maydon kuchlanganligini bir simli kabeldagidek amalga oshiriladi (62, 63):

$$E_a = \frac{U_f}{(R_{sk} \ln \frac{R_{sk} + \Delta + \Delta_1}{R_{sk}})}, \text{ kV/mm} \quad (63)$$

bunda R_{sk} – sektorli sim aylana radiusi, mm

Δ_g – belbog‘ izolyatsiya qalinligi, mm

Xuddi shunday qilib sektor ichki aylana qismi k dagi maydon kuchlanganligi aniqlaniladi (64):

$$E_k = \frac{U_f}{(R_k \ln \frac{R_k + 1,55\Delta}{r_k})}, \text{ kV/mm} \quad (64)$$

S nuqtasi uchun hisoblanadigan maydon kuchlanganligi quyidagicha aniqlanadi (65):

$$E_s = \frac{U \sqrt{(N+1)(N-1)}}{2r_s \ln(N + \sqrt{N^2 - 1})}, \text{ kV/mm} \quad (65)$$

Bunda $N=R/g_s$ va $R=g_s + \Delta$ ya‘ni stilindr radiusiga teng. Agarda kabel sektorli simlari alohida ekranlarga ega bo‘lsa, u holda a nuqtadagi maydon kuchlanganligi (66):

$$E_a = \frac{U_f}{(R_{sk} \ln \frac{R_{sk} + \Delta}{R_{sk}})}, \text{ kV/mm} \quad (66)$$

Shuningdek s va k nuqtalaridagi maydon kuchlanganliklari (67):

$$E = \frac{U}{(r \ln \frac{r + \Delta}{r})_{max}}, \text{ kV/mm} \quad (67)$$

Kabel ko‘psimli va ekranlanmagan bo‘lsa, u holda

$$E = \frac{U}{r \ln \frac{R}{r_0} \ln \frac{\lambda \ln \frac{R}{r_0}}{\frac{\lambda}{m} + m \ln \frac{R}{r_0}}}_{max} \quad (68)$$

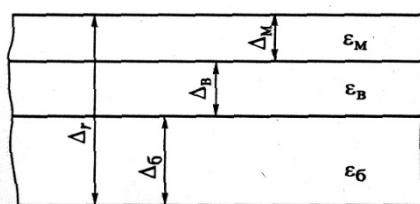
Bunda $\lambda = \frac{(1+m \sin \frac{\pi}{m})}{\sin \frac{\pi}{m}}$, t – sim tashqi qismidagi sim tolalarini soni.

Ushbu formula tashqi qismida sim tolasi $m \geq 12$ bo‘lganida to‘g‘ri bo‘ladi.

18.3. Bir jinslimas izolyatsiyada elektr maydoni

Shimdirilgan qog‘oz izolyatsiyali kabelda qog‘oz qatlami va ular orasidagi moy qatlami izolyatsiya tuzilishida birjinslimaslik va uning hajmida elektr maydon notekis taqsimlanishini keltirib chiqaradi. Eng xavfli bo‘lgani gaz bo‘shliqlaridir. Shu sababli havo bo‘shliqlaridagi maydon kuchlanganligini o‘rganish muhim ahamiyatga ega.

Kabel izolyatsiyasi elementar qatlami qalinligi Δg birsimli kabel markazidan r masofada joylashib, 3 qatlam: shimdirilgan qog‘oz Δq , moy Δm va gaz Δx dan iborat. Qachonki $\Delta g \ll g$ bo‘lgani uchun bu qatlamdagi kuchlanish 44-rasm keltirilgan.



44- rasm. Moy shimdirilgan qog‘oz izolyatsiya qatlam chizmasi.

Shimdirilgan qog‘oz izolyatsiyasi qatlami qalinligi taqsimlanishi (69):

$$\Delta U \approx E \Delta r = \frac{U}{r \ln \frac{R}{r_0}} \cdot \Delta r, \text{ B} \quad (69)$$

Uch qatlam ketma-ket ulangan kondensatorni ifodalaydi va umumiy sig‘im (70):

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{2\pi r} \left(\frac{\Delta q}{\varepsilon_q \varepsilon_0} + \frac{\Delta m}{\varepsilon_m \varepsilon_0} + \frac{\Delta h}{\varepsilon_0} \right) \quad (70)$$

Havo qatlamidagi maydon kuchlanganligi quyidagiga teng (71):

$$E_h = \frac{\Delta U_h}{\Delta h} = \frac{E \left(1 + \frac{\Delta m + \Delta q}{\Delta h} \right)}{\left(1 + \frac{\varepsilon_q \Delta m + \varepsilon_m \Delta q}{\varepsilon_q \varepsilon_m \Delta h} \right)} \quad (71)$$

Moy qatlamidagi maydon kuchlanganligi:

$$E_m = \frac{\Delta U_m}{\Delta_m} = \frac{E(1 + \frac{\Delta_h + \Delta_q}{\Delta_m})}{(1 + \frac{\varepsilon_m \Delta_h + \varepsilon_m \Delta_q}{\Delta_m})} \quad (72)$$

Qog'oz qatlamlari orasida havo va moydagi kuchlanganliklar:

$$\frac{E_h}{E} \approx \varepsilon_q \quad \text{va} \quad \frac{E_m}{E} \approx \frac{\varepsilon_q}{\varepsilon_m} \quad (73)$$

Agar qog'oz tasmalari orasida moy bo'lmasa, (gaz to'latilgan kabel) havo bo'shlikdagi E (p -oraliqdagi qog'oz tasma soni):

$$\frac{E_h}{E} = \frac{(1+n)}{(1+\frac{n}{\varepsilon_q})} \quad (74)$$

Agar $\Delta_x \approx 0$ bo'lsa, moyli oraliqdagi E :

$$\frac{E_m}{E} = \frac{(1+n)}{(1+\frac{n\varepsilon_m}{\varepsilon_q})} \quad (75)$$

Qog'oz tasma oraliqlari moy bilan to'liq holatda va ba'zilarida havo bo'lganida $\Delta_x \ll \Delta_Q$, $\Delta_x \ll \Delta_M$ va $\Delta_q = p \Delta_m$ unda,

$$\frac{E_h}{E} = \frac{(1+n)}{(\frac{1}{\varepsilon_m} + \frac{n}{\varepsilon_q})} \quad (76)$$

Moyda $\varepsilon \approx 2,2$, shimdirilgan qog'ozda 3,5 – 4,3 bo'lgani uchun o'zgaruvchan kuchlanishda gaz va moyli qatlamlarda oshirilgan maydon kuchlanganligi sodir bo'ladi. Natijada ko'p sonli qog'oz qatlamida yuqori E qiymati shimdirilgan qog'oz va bo'shliqni to'latuvchi material dielektrik singdiruvchanligi nisbatiga teng.

O'zgaruvchi kuchlanishda yuqori E moyli pardada vujudga keladi, odatda bu qatlam elektr mustahkamligi kamdir. O'zgarmas kuchlanishda esa yuqori E shimdirilgan qog'oz qatlamiga to'g'ri keladi, chunki uning

elektr mustahkamligi yuqori. Shu sababli, o'zgarimas kuchlanishda kabel izolyatsiyasi elektr mustahkamligi yuqoridir.

Agarda oraliqda moy o'rnida havo bo'shlig'i bo'lsa, uning o'tkazuvchanligi kichikligi sababli, butun kuchlanish havo oralig'iga tushib qoladi.

unda,

$$\frac{E_h}{E} = \frac{(\Delta_h + \Delta_m + \Delta_q)}{\Delta_h}. \quad (77)$$

Plastmassa izolyatsiyali kabelda bo'shliq turli shaklli bo'lib, maydon kuchlanganligini hisoblash qiyin. Kuchlanganlikning yuqori qiymati uchkir havo bo'shliqli izolyatsiya muhitida sodir bo'ladi. Izolyatsiyaning ushbu qismi bo'sh bo'lib, teshilish ana shu yerdan boshlanadi.

Pashen qonuniga asosan gaz elektr mustahkamligi $U_t=f(r\Delta)$ zichlik (bosim) va gaz qatlam qalinligi funksiyasidir. Havo uchun minimal U_T qiymati $r\Delta=750$ Pa mm va 327 V ga teng.

O'zgaruvchan kuchlanishda bo'shliqdagi ionlashuvdan so'ng sirtqi zaryad hosil bo'ladi. Davr o'zgarishdan ionlashuv sustlashib so'ng yana kuchayadi. Shiddatli ionlashuv izolyatsiya eskirishiga olib keladi. Bu esa izolyatsiyada ishchi kuchlanganlikni cheklashni taqozo qiladi.

Kabel izolyatsiyasi uchun elektr mustahkamlikni vaqtga nisbatan bog'lanishi quyidagicha ko'rinishga ega (78):

$$E_{must.} = E_{\infty} + \frac{\Delta E}{n\sqrt{t}}, \quad (78)$$

bunda E_{∞} – kuchlanish uzoq berilgandagi elektr mustahkamlik;

ΔE va n – izolyatsiya hossasiga bog'liq o'zgarimas ko'rsatkichlar.

t – izolyatsiya teshilgunicha bo'lgan vaqt.

Qovushqoq shimdirgich tarkibli kabelda $E_{\infty}=12 \text{ kV/mm}$, moy va gaz to'latilgan kabellarda tasma qalinligi va bosim bog'lanishdagi E_{∞} rasmda keltirilgan. Plastmassa izolyatsiyali kabel elektr mustahkamligi izolyatsiya qalinligi va d_{sim} ortgani sari kamayadi.

O'zgaruvchan kuchlanish ta'sirida E ning bosim va turli qalinlikdagi qog'oz $\Delta_2=0,045 \text{ mm}$, $\Delta_3=0,075 \text{ mm}$, $\Delta_4=0,125 \text{ mm}$, $\Delta_4=0,175 \text{ mm}$,

Izolyatsiya impuls mustahkamligi, uning konstruksiyasini va Qalinligini tanlashda Hisobga olinadi. Qog'oz tasma qalinligi kamayishi, zichligi ortishi, moy qovushqoqligi ortishida kabel qog'oz izolyatsiyasi E_t impuls mustahkamligi ortadi. Plastmassa izolyatsiyasi impuls mustahkamligi tempratura, izolyatsiya qalinligi va impuls soni ortishi bilan kamayadi.

Kabel izolyatsiya hisoblanganida, u ishchi kuchlanishi ta'siridan tashqari ichki va atmosferaga o'ta kuchlanishi ta'sirlariga chalinadi. Izolyatsiya tanlanishida sanoat davrtezlikli va impuls hisoblash kuchlanishlar belgilanishi kerak. Sanoat davrtezlikli hisob kuchlanishi quyidagi formuladan aniqlanadi:

Bunda k_g ishchi kuchlanishi ortishini hisoblaydigan koeffitsient ($k_1=1,15$).

k_2 – izolyatsiya elektr mustahkamligi o'rtacha qiymatidan og'ishini hisoblaydigan koeffitsient ($k_2= 1,25 - 1,50$)

k_3 – kabel tarmog'iga ta'sir etadigan ichki o'ta kuchlanish koeffitsienti

k_4 – kabel tarmog'ida moy bosim pasayganda teshilish kuchlanishini hisoblaydigan koeffitsient ($k_4=1,1 - 1,2$).

Ehtiyotlik koeffitsienti $k=3,3 - 5,0$ oraligida o'zgaradi. Izolyatsiya qalinligi aniqlanishida asosiy kuchlanishga hisoblisi qabul qilinadi.

Impuls kuchlanish quyidagicha tanlanadi:

Bunda U_{imp} – impulsli sinov kuchlanishi, kV

$K_{imp} = 1,1-1,2$ – impuls soni ortishida teshilish kuchlanishi kamayishini hisobga oladigan koeffitsient

Impulsli hisob kuchlanganlik simga manfiy qutbli impuls elektr mustahkamligiga teng olinadi.

Ishchi kuchlanganlik OSB 20 kV li kabelda 2,6–2,8 kV/mm, OSB 35 kV li kabelda esa 1,2–3,3 kV/mm ga teng olinadi. Sektor shaklli 6-10 kV li kabelda ishchi kuchlanganlik, radial maydonligidan kamroq olinadi.

Polietilen izolyatsiyali kabel elektr hisobi o‘rta maydon kuchlanganligi bo‘yicha bajariladi. $\Delta_{iz} = U_f / E_{o'r}$ va bu $E_{o'r}$ qiymati 2,5 kV/mm tanlanadi. U=1–6 kV li kabellarda $E_{o'r}$ qiymati kamroq olinadi.

Kabel izolyatsiyasi $U \geq 6$ kV da sim va qobiq tomondan ekran (to‘siq)lanadi, maydon bunda tekislanadi. Hamda metallni izolyatsiya eskitishiga ta’siri kamayadi. Ekran izolyatsiya yuzasiga yaxshi zichlab yotkizilishi kerak. Qogoz izolyatsiyali kabelda bir xil qalinlikda yarim o‘tkazgichli qog‘oz va izolyatsiya tasma, platmassa izolyatsiyaligida yarim o‘tkazgichli polietilen yotqiziladi.

Kabelda magnit maydon. Kabel simidan o‘zgaruvchan tok o‘tganda magnit maydoni vujudga kelib, u quyidagilarni sodir etadi:

1. Sirtqi va yaqinlik samarasi natijasida sim qarshiligini oshiradi;
2. Kabel metall qobig‘i va zirxida isroflilik keltirib chiqaradi;
3. Kabel simlarida elektr dinamik kuch vujudga keltiradi;
4. Kabel simida dirillash sodir etiladi.

O‘zgaruvchan sinusoidal tok uchun elektr magnit maydon nazariyasidan o‘tkazuvchan muhit uchun tenglama olinadi:

bunda F – elektr yoki magnit maydon kuchlanganligi vektori;

μ_0 – vakuum magnit singdiruvchanligi ($\mu_0=4\pi 10^{-7}$ G/m);

μ – muhit nisbiy magnit singdiruvchanligi;

γ – muhit solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi.

Tok o‘tkazuvchi simning o‘zgaruvchan tokdagi qarshiligi $R_{s\approx}$ ni o‘zgarmas tok qarshiligi $R_{s=}$ ga nisbati (79):

$$\frac{R_{s\approx}}{R_{s=}} = 1 + \gamma_{yu} + \gamma_{ya}, \quad (79)$$

bunda γ_{yu} – yuza samaradorlik koeffitsienti

γ_{ya} – yaqinlik samaradorlik koeffitsienti

Sim o‘z magnit maydoni ta’sirida tokni yuzaga siqilishida sim qarshilik ortishi (γ_{yu}) tushuniladi. Qo‘shni sim magnit maydoni ta’sirida simda tok notekis taqsimlanishi yaqinlik samaradorligi deyiladi. Ushbu ko‘rsatkichlar $x=kd_s/2$ dan aniqlanadi, yoki yaxlit sim uchun

(80):

$$x = \sqrt{\frac{2\mu\mu_0 f}{R_{s=}}} \quad (80)$$

ko‘p tolali sim uchun:

$$x = 1,59 \cdot 10^{-4} \sqrt{\frac{fb}{R_{s=}}}, \quad (81)$$

bunda f – davr tezlik, $1/c$

58-jadval

Solishtirma qarshilik va harorat koeffitsientlari

Material	$\rho \cdot 10^8, \text{Om}\cdot\text{m} (20^\circ\text{C})$	$\alpha \cdot 10^3, 1/^\circ\text{C}$
Mis	1,7241	3,93
Aluminiv	2,8264	4,03
Oo‘rg‘oshin	21,4	4
Po‘lat	13,8	4,5
Jez	3,5	3,0
Zanglamas po‘lat	70	–

Po‘lat quvurda yotqizilgan yoki zirxlangan kabellarda y_{yu} va y_{ya} qiymatlari 1,7 marotabaga oshiriladi, chunki bunday zirx magnit maydonni ortishiga olib keladi. Sirt va yaqinlik samaradorligi $S \geq 300$ mm² da kuzatiladi 58-jadvalda keltirilgan.

18.4. Kabel metalli qobiqlarida isrofgarchilik.

O‘zgaruvchan tokni birsimli kabel simidan uzayganda, unda havo transformatori birlamchi cho‘lg‘am hosil qiladi, ikkinchi cho‘lg‘am metalli qobiq bo‘ladi. Agar qobiqlar tutashtirilib uzatgich bir uchida yyerlansa, tarmoq ikkinchi uchida qobiqlar orasida bir necha o‘n-yuz volt kuchlanish sodir bo‘ladi. Bunda qobiqdan 20 – 80% gacha tok o‘tadi. Bu tok energiya isrofiga olib keladi. Uni yo‘qotish uchun uzatgich uchlarida qobiqlar tutashtirilib yerlanish kerak.

Birsimli kabellar S oraliqga joylansa, 1 kabel simidagi tok magnit maydon sodir etib, uning kuchlanganligi kabel qobig‘i uzra yo‘nalgan (82):

$$H = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}, \quad (82)$$

bunda N – magnit maydon kuchlanganligi, A/m

I – simdagi tok, A

Kabel qobiqlari uchlarini tutashtirilsa, undan muvozanatlashtiruvchi tok o‘tib EYUK hosil bo‘ladi. Sim va qobiq oralig‘idagi o‘z induksiya koeffitsienti (kabel uzunlik birligida) (83):

$$M = \frac{\psi}{I} = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\ln \frac{S}{r_{qob}} + \mu \frac{\Delta z}{r_z} \right) \quad (83)$$

Qobiq konturidagi EYUK:

$$E = j\omega M I \quad (84)$$

Kabel qobiqlari uchlarida tutashtirilsa, Qobiqda EYUK:

$$E = 2j\omega M(I + I_{qob}) \quad (85)$$

Qobiqdagi tok moduli:

$$I_{qob} = \frac{\omega M}{\sqrt{R_{qob}^2 + (\omega M)^2}} \quad (86)$$

Qobiqdagi isrofnı simdagi isrofga bo‘lgan nisbati :

$$Y_{qob} = \frac{I_{qob}^2 R_{qob}}{I^2 R_{s\sim}} = m^2 \frac{R_{qob}}{R_{s\sim}} \quad \text{bunda, } m = (\omega M)^2 / [R_{qob}^2 + (\omega M)^2] \quad (87)$$

Kabel uzatgichi induktivligi:

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\ln \frac{S}{r_0} + \mu \frac{\Delta_z}{r_z} + \frac{1}{2} \right) \quad (88)$$

Qobiq uzilganda uzatgichda kuchlanish taqsimlanishi:

$$\Delta U = 2I(R_s + j\omega L) \quad (89)$$

Qobiqlar tutashtirilganda eyuk xisobga olinadi:

$$\Delta U = 2I(R_s + j\omega L) + 2I_{qob}j\omega M = Iz \quad (90)$$

Yuqoridagi U_{qob} ifodasini boshqacha ifodalasak:

$$Y_{qob} = \frac{R_{qob}}{R_s} \frac{1}{1 + (R_{qob}/\omega M)^2} \quad (91)$$

Kabellar orasidagi masofa ortsa M qiymati ham ortadi.

18.5. Kabel issiqlik hisobi

Kabel qiziganida chegarali ruxsat haroratsi katta ahamiyatga ega bo‘lib, undan yuklatilish xizmat muddati va kabel ishonchli ishi aniqlanadi. Kabel qiziganda qog‘oz tez eskirib, uning mexanik mustahkamligi va elastikligi kamayadi.

Issiqlik hisobidan asosiy maqsad, ruxsat yuklama toki aniqlanadi. Yuqori harorat kabel simi va unga yondoshgan izolyatsiyada kuzatiladi. Sim haroratsi quyidagicha aniqlandi (92):

$$T_s = (P_s + P_{iz}/2)S_{iz} + \sum R_k(S_{xq} + S_o) + T_o \quad (92)$$

bunda T_o – atrof muhit haroratsi;

Σ_k – kabeldagi umumiy isrof;

S_{xq} – himoya qoplami issiqlik qarshiligi;

S_o – atrof muhit issiqlik qarshiligi;

O‘zgarimas tokdagi sim elektr qarshiligi (93):

$$R_s = \frac{(1+k)\rho_o}{q} [1 + \alpha(T_s - 20)] \quad (93)$$

bunda ρ_o – sim solishtirma elektr qarshiligi (20°Cda);

q – sim kesim yuzasi , mm²;

k – qisqarish koeffitsienti (k=0,015–0,03);

O‘zgaruvchan tokda simdagi isrof :

$$P_s = P_s I^2 \quad (94)$$

Birsimli kabel himoya metal qobig‘idan isrof:

$$P_{qob} = P_s y_{qob} \quad (95)$$

Izolyatsiya dielektrik isrofi

$$P_{iz} = U^2 \omega C t g \delta \quad (96)$$

Birsimli kabel uzunlik birligidagi izolyatsiyasi issiqlik qarshiligi:

$$S_{iz} = \frac{\sigma_{iz}}{2\pi} \ln \frac{R}{r_o} \quad (97)$$

Qog‘oz-moyli izolyatsiya (U=1÷35 kV)da $\sigma_{iz} \approx 5 \div 6,5^\circ\text{C} \cdot \text{m/Vt}$, moysizlanganida $\sigma_{iz} \approx 7 \div 7,5^\circ\text{C} \cdot \text{m/Vt}$, moy to‘latilganda $\sigma_{iz} \approx 4,5 \div 5^\circ\text{C} \cdot \text{m/Vt}$,

PEda $\sigma_{iz}=3^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}/\text{Vt}$, PVX plastikat $\sigma_{iz}\approx 4\div 7^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}/\text{Vt}$, rezina izolyatsiyada $\sigma_{iz}\approx 3\div 3,5^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}/\text{Vt}$ Sim va qobiq orasidagi harorat farqi:

$$\tau_s \frac{P_{iz}}{2} \frac{\sigma_{iz}}{2\pi} \ln \frac{R}{r_0} = \frac{P_{iz}}{2} S_{iz} \quad (98)$$

Sim va izolyatsiya isrofida sim va qobiq orasidagi tempratura farqi:

$$\tau_s = (P_s + \frac{P_{iz}}{2}) S_{iz} \quad (99)$$

Izolyatsiyadagi dielektrik isrofi kuchlanishi 110 kV dan yuqori kabellar uchun olib beriladi, undan pastida isrof juda kam bo‘ladi. Ko‘p simli kabel izolyatsiyasi issiqlik qarshiligi (100):

$$S_{iz} = \frac{\sigma_{iz}}{2\pi n} G \quad (100)$$

bunda n – sim soni;

G – geometrik koeffitsient;

Uchsimli belbog‘ izolyatsiyali kabel uchun:

$$G = (0,85 + 0,2n) \ln[(8,3 - 2,2n)m + 1]$$

bunda, $m = (\Delta + \Delta_1)/(2r_0)$, $n = \Delta_1/\Delta$;

Δ , Δ_1 – faza va belbog‘ izolyatsiya qalinliklari;

OSB turli simlari ekranlangan kabel issiqlik qarshiligi (101):

$$\frac{\tau_s}{3P_s} = S_k = \frac{S_{iz}}{3} S_{k.u} \quad (101)$$

bunda, τ_s – sim va zirx orasidagi harorat farqi;

R_s – simdagi isrof;

S_{iz} – sim va metal qobiq orasidagi issiqlik qarshiligi.

18.6. Kabel atrof-muhit issiqlik qarshiligi

Kabelning eng yaxshi sovish sharoiti suvda yotqizilganda bo‘lib, issiqlik qarshiligi bunda nolga teng bo‘ladi. Kabel havoda yotqizilganda yuzasidagi issiqlik konvektsiya yo‘li bilan havoga issiqlik taralish orqali

tarqaydi. Kuchlanish 10 kV gacha kabel havoda yotqizilganda yerga nisbatan yuklama 20-30% ga kamayadi.

Kabel havoda yotqizilganda, uning yuzasida harorat havoga nisbatan ortishi (102):

$$T_{qob} - T_0 = \vartheta_{qob} = S_h \Sigma P \quad (102)$$

bunda ΣR – kabeldagi barcha isrof yig‘indisi, Vt;

S_h – havoga issiqlik uzatish qarshiligi.

Kabel sirtidan havoga issiqlik uzatish qarshiligi. Uning diametri, sirt holati, kabel-havo oralig‘i harorat farqi va havo o‘rta haroratsiga bog‘liq. Konvektiv issiqlik o‘tkazuvchanlik hisobi issiqlik uzatish nazariyasi tenglamasi bilan bajariladi.

Konvektiv issiqlik uzatish koeffitsienti h Nusselt o‘lchovi bilan quyidagicha nisbatda bog‘liq (103):

$$Nu = hd/\lambda \quad (103)$$

bunda d – kabel toki diametri

λ – havo issiqlik o‘tkazuvchanligi.

Ozod konveksiyada Nusselt o‘lchovi quyidagicha hisoblanadi (104)

s, n – doimiy koeffitsientlar qiymatlari 59-jadvalda keltirilgan:

$$Nu = c(Gr Pr)^n \quad (104)$$

bunda s, n – doimiy koeffitsientlar

Pr – Prandtl o‘lchami, havo uchun 0,72

Gr – Gragof o‘lchami

$$Gr = \beta d^3 g \vartheta_n / \nu^2 \quad (105)$$

bunda ϑ_n – kabel sirti va atrof-muxit harorati farqi

g – yerkin tushish tezligi

ν – havo kinematik qovishoqligi

β – havo kengayish koeffitsienti ($\beta=1/T_{o'r}$, $T_{o'r}$ – absolyut harorat)

$$T_{o'r} = T_0 + \vartheta_n/2. \quad (106)$$

59-jadval

C va n koeffitsient qiymati

Gr Pr	c	n	Gr Pr	c	n
$10^{-4}-10^{-3}$	0,50	0	$5 \cdot 10^2-2 \cdot 10^7$	0,54	1/4
$10^{-3}-5 \cdot 10^2$	1,18	1/8	$2 \cdot 10^7-10^{13}$	0,135	1/3

Kabel diametri 5÷150 mm oralig'ida bo'lganida h qiymati 6÷10 Vt/(m²·°C) ga ega bo'ladi. ($h=A_3(\vartheta_n/d)^{1/4}$).

Kabel oddiy holatida ishlatilsa tahminan aniqlanadigan:

$$h=4,5 \sqrt[4]{\vartheta_n/d}, \text{ Vt/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (107)$$

bunda d – kabel tashqi diametri, sm

Kabel havoda yotqizilganda issiqlik uzatilishi nurlatilishi orqali sodirlanishi sababli Stefan-Bolsman tenglamasi qo'llaniladi (108):

$$P_i = \pi d \varepsilon_n C_0 (T_n^4 - T_0^4) \quad (108)$$

bunda $C_0 = 5,7 \cdot 10^{-8}$ Vt/(m² K⁴) – qora jism nurlatish doimiyligi;

ε_n – kabel sirti qoralik koeffitsienti;

T_n, T_0 – kabel sirti va atrof-muhit haroratlari;

P_i – kabel uzunlik birligida vaqt birligida nurlatishda uzatiladigan issiqlik miqdori;

Havo issiqlik qarshiligi quyidagicha (109):

$$S_x = \frac{1}{\pi d (h + \varepsilon_n c_0 \theta)} \quad (109)$$

bunda $\theta = (T_n^4 - T_0^4) / \vartheta_n \approx T_0^3 (4 + 6 \vartheta_n / T_0)$.

Plastmassa uchun $\varepsilon=0,8$, metalli gaz uchun (oksidlanish va ifloslanish darajasi bo'yicha) $\varepsilon_n = 0,2 \div 0,6$

Kabel havoda yotqizilsa, oraliqdagi kabel diametridan kam bo‘lmasligi kerak. Ruxsat tokini hisoblashning taxminiy usuli: $I_g = kI$ bunda I_g – kabel guruhi ruxsat toki, I – bitta kabel yuklama ruxsat toki, k – yuklama pasayish koeffitsienti (110):

$$k = \frac{1}{\sqrt{(1+1g\frac{n}{m})(1+2,31gm)}} \quad (110)$$

bunda n – guruh dosh kabel soni;

m – guruhda qatlam soni ($m \leq 3$); Kabel zirxli yoki metall qobiqda yotqizilsa k 10 – 15% ga etadi.

Kabel yerda yotqizilganida, yer issiqlik qarshiligi (111):

$$S_{yer} \approx \frac{\sigma_{yer}}{2\pi} \ln \frac{4l}{D_t} \quad (111)$$

bunda σ_{ye} – yer solishtirma issiqlik qarshiligi, °C m/Vt,

D_t – kabel tashqi diametri, mm;

L – kabel yotqizish chuqurligi.

Qumli yerlarda $\sigma_e = 0,90^\circ\text{C} \cdot \text{m/Vt}$, toshloq yerda yoki fasl quruq paytida $\sigma_e = 1,50^\circ\text{C} \cdot \text{m/Vt}$ va barcha boshqa sharoitda $\sigma_e = 1,20^\circ\text{C} \cdot \text{m/Vt}$. Sizot suv yaqin bo‘lsa yer harorati 10°C olinadi.

Kabel tunnelda yotqizilganida, u yer harorati havo haroratidan 10°C dan ortmasligi kerak. Bu sun’iy ventilyatsiya bilan erishiladi.

18.7. Ruksat yuklama tok hisobi

Simdagi ruksat toki hisobida issiqlik qarshiligi va issiqlik oqimi o'rindoshlik sxemasi tuziladi. Birsimli kabel havoda va uchsimli kabel quvurda moy bosimdaligi keltirilgan. Birsimlik kabel uchun Om issiqlik qonuni quyidagicha:

$$V_s = T_s - T_0 = (P_s + \frac{P_{iz}}{2})S_{iz} + (P_s + P_{iz} + P_{qob})(S_{hq} + S_0) \quad (112)$$

va ruksat toki

$$I = \sqrt{\frac{T_{0iz} \frac{S_{iz}}{2} h_{q0max}}{R_s [S_{iz} + (1 + y_{qob})(S_{hq} + S_0)]}} \quad (113)$$

Blokda yotqizilgan uchsimli kabelda harorat farqi:

$$\vartheta_s = 3P_s \frac{\sigma_{iz}}{2\pi^3} G + P_s (3 + y_{qob})(S_h + S_{blok}) \quad (114)$$

Yuklama ruksat toki : $I = \sqrt{\frac{T_{0max}}{R_s [\frac{\sigma_{iz}}{2\pi} G + (3 + y_{qob})(S_h + S_{blok})]}}$ (115)

bunda G – kabel geometrik koeffitsienti.

Quvurda yotqizilgan kabelda yuqori harorat 2 kabeldadir.

Sim va atrof-muhit oralig'i harorat farqi:

$$\vartheta_{s2} = (P_s + \frac{P_{iz}}{2})S_{iz} + (P_s + P_{iz} + P_{ekran})S_m + [P_{quvur} + 3(P_s + P_{iz} + P_{ekran})](S_{hq} + S_h) \quad (116)$$

Sim harorati: $T_{s2} = \vartheta_{s2} + T_0 + \sum_1^m \Delta\vartheta_k$ (117)

Simda ruksat etilgan yuklama tok quyidagicha

$$I = \sqrt{\frac{\vartheta_{iz} [S_{iz}/2 + S_m + 3(S_{hq} + S_h)]_{max}}{R_s \{S_{iz} + (1 + y_{ekran})S_m + [y_g + 3(1 + y_{ekran})](S_{hq} + S_h)\}}} \quad (118)$$

Kabelda uzatiladigan elektr quvvatini oshirish maqsadida quyidagi yo'llar qo'llanilishi kerak:

1. Izolyatsiya dielektrik singdiruvchanligi va dielektrik isrofini kamaytirish kerak ($\varepsilon tg\delta$). Bu aralash-sintetik va qog'oz izolyatsiyalarini,

suyuq yoki gazli izolyatsiya bosimda ishlanishi kabi usullar orqali erishiladi.

2. Sun'iy sovutish usulidan foydalanish. Bunga bilvosita sovutish, ya'ni quvur kabelga parallel yotqizilib suv orqali sovutish; tashqi sovutish, ya'ni kabel sirti moy, suv yoki havo orqali sovutish; ichki sovutish-sovituvchi muhit sim ichida aylanib sovutgichga o'tib yana kabelga qaytish.

Kabel simida o'ta o'tkazuvchan material qo'llab, uni chuqur (kriogen) sovutish orqali sim qarshiligi nolga yaqinlashtiriladi, izolyatsiya elektr xususiyati bunda yaxshilanadi, uzatiladigan quvvat keskin ortadi.

GLOSSARIY

Kabel mahsuloti - o‘zidan elektr energiya, axborot va elektr signali uzatishga mo‘ljallangan yoki juda egiluvchan elektr uskunasi cho‘lgamini tayyorlash uchun xizmat qiladigan elektr mahsuloti.

Kabel - bir yoki birnecha tekis yoki buralib yotqizilib, simlari aloxida izolyasiyalangan va umumiy qobiqqa joylashtirilgan qurilma.

Elektr simi - bir yoki birnecha o‘ralgan ochiq yoki izolyasiyalangan sim yoki ishlatish sharti bo‘yicha engil nometal qobiq qoplama va tolali material yoki simdan iborat bo‘lgan to‘qimali kabel mahsuloti.

Elektr chilvir(shnuri) - siljuvchan qurilmalargai ulash uchun xizmat qiladigan, juda egiluvchan tolali, simlari izolyasiyalangan mahsulot.

Barcha turdagi kabel, sim, chilvirlarning asosiy qismlari tok o‘tkazuvchi sim, izolyasiya, ekran, qobiq va tashqi qoplamalardan iborat. Ochiq sim izolyasiyaga ega emas.

Quvvatli kabel - sanoat chastotali elektr energiyasini uzatishga mo‘ljallangan kabel.

Shimdiruvchi tarkibli kabel - moy kanifolli yoki unga o‘xshash izolyasiya tarkibida shimdirilgan qog‘oz izolyasiyali kabel.

Belbog‘ izolyatsiyali kabel - ko‘p simli kabel izolyasiyalangan faza simlari ustki qismiga yotqiziladigan umumiy izolyasiya.

Simlari aloxida ekranlangan kabel - har bir izolyasiyalangan faza simlari aloxida ekranga ega bo‘lgan kabel.

Umumiy ekranli kabel - izolyasiyalangan simlari ustidan yotqizilgan umumiy ekranga ega ko‘p simli kabel.

Qo‘rg‘oshin qobiqli kabel - himoya qobig‘i qo‘rg‘oshin yoki uning qotishmasidan tashkil topgan kabel.

Past bosimli kabel - tok o'tkazuvchi sim o'rta qismi (yoki izolyasiya ustida)da moy o'tqazuv naychalariga ega, erda yotkaziladigan kabel.

Quvurdagi kabel - dastlab yotkazilgan po'lat quvurga bir necha izolyasiyalangan sim kiritilib, yuqori bosimda ushlab turiladigan qurilma.

Plastmassa izolyatsiyali kabel - simga eritilib quyiladigan yaxlit izolyasiyali kabel.

Radio to'lqinli (chastotali kabel) - elektromagnit energiyani radio to'lqinida uzatadigan kabel.

Aloqa kabeli(simi, chilviri) - ahborot signalini turli chastotali tokda uzatadigan kabel.

Uzoq aloqa kabeli - shaxarlararo aloqa tarmog'i uzatkichining aloqa kabeli.

Shaxar telefon kabeli - shahar telefon tarmog'ining abonent va biriktiruv uzatgich yo'llariga mo'ljallangan, mahalliy aloqa kabeli.

Past chastotali kabel - tonalli chastota spektrida axborot uzatadigan aloqa kabeli.

Yuqori chastotali kabel - tonalli chastota spektridan yuqori chastotada axborot uzatadigan aloqa kabeli.

Telefon simi (chilviri) - telefon apparatini mikrotelefon eshitgichi va devordagi tiqma bilan biriktiriladigan aloqa simi (chilviri).

Boshqaruv kabeli - uzokdan turib zanjirni boshqaradigan rele ximoyasi va avtomatika kabeli.

Nazorat kabeli - elektr va fizik ko'rsatkichlarni masofadan o'lchaydigan va zanjirni nazorat qiladigan kabel.

Habarlov va puxta ulov kabel - Habarlov va puxta ulov zanjirlarining kabeli.

Geofizik kabel - geologiya va kon qidiruv ishlarida uzluksiz masofadan o'lchov zanjirida nazorat qilib, boshqarib va axborot berib turadigan, yuk ko'taruvchi kabel.

Gidroakustik kabel - gidroakustik apparatiga elektr energiyasini, hamda axborot nazorat va boshqaruv signallarini uzatishga mo'ljallangan, aralash kabel.

Qo'sh simli termik kabel - turli ob'ektlarni qizishiga mo'ljallangan yuqori elektr qarshiligiga ega bo'lgan o'tkazgichli kabel (sim).

Cho'lgam simi - elektrotexnika qurilmalari cho'lg'amini tayyorlash uchun qo'llaniladigan sim.

Sirlangan sim - sirli izolyasiyaga ega cho'lg'am simi.

O'rnatiladigan sim - past kuchlanishli elektr taqsimlash tarmog'ining simi.

Cho'g'lantiruv simi - tayyora, avtomobil, kema va boshqa montyorlarini yondiruvchi qismining simi.

Qarshilik simi - yuqori solishtirma elektr qarshiligiga ega, bir necha metal qotishmalaridan tashkil topgan sim.

Tasma sim - bir qatlamli yassi sim.

Izolyatsiyalanmagan sim - bir yoki bir necha o'ralgan sim tolalaridan iborat ochiq sim.

Kontakt simi - elektrlashtirilgan transportning kontaktli tarmokdarida osiladigan ochiq sim.

G'ovak sim - yumaloq yoki mahsus shaklli, tayanadigan qisimli, spiral joylashtirilgan tolali yaxlit yoki burama quvursimon shaklga ega sim.

Po‘lat - alyuminiyli sim - qo‘sh metal: po‘lat - alyuminiy simlari yoki po‘lat o‘zakli, yuzasiga alyuminiy yoki uning tarkibi yotqiziladigan ochiq sim.

Kabel mahsulotining turi - kabel mahsuloti, simlarining tuzilishi asosiy xususiyat va vazifalarini qisman yoki to‘liq kabel mahsuloti belgisida ifodalaydigan tushuncha.

Kabel mahsuloti belgisi - kabel mahsuloti vazifasi va asosiy tuzilish belgilari: uning turi, qobiq materiali, himoya qoplam turi va x. Ifodalaydigan kabel mahsulotining shartli harf - raqam belgilari.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Axmedov A.Sh., Mirzahmedov B.X., Raksitullayeva D.I. Kabel texnikasi nazariy asoslari. O'quv qo'llanma. – Toshkent: Noshirlik yog'dusi, 2015.- 159 b.
2. Axmedov A.Sh., Kamalov Sh.M. Kabel texnikasi asoslari. Ma'ruzalar matni – Toshkent: TDTU, 2010.-97 b.
3. Основы кабельной техники. Учебник для студ. высш. учеб. заведений. В.М. Леонов и др. под ред. И.Б. Пешкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 432 с.
4. Ахмедов О.Ш. Кабел техникаси асослари. Маърузалар матни.- Тошкент: ТДТУ, 2000.-76 б.
5. Камалов Ш.М., Ахмедов О.Ш. Электротехника материаллари. Техника олий укув юртлари учун укув кулланма.-Т.: «Укитувчи» нашриёти, 1994.–160 б.
6. Пантелеев Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий. Справочник электромонтажника. 2-е изд. пер. М.: Энергоатомиздат, 1990.
7. Пешков И.Б. Кабельная промышленность: ситуация и перспективы развития. -М.: Электротехника. 2000. № 1.
8. Пешков И.Б. Мировая кабельная промышленность: переход в новый век. -М.: Кабели и провода. 2001. № 4.
9. Белоруссов, Н. И. Радиочастотные кабели. Учебное пособие / Н.И. Белоруссов, И.И. Гроднев. -М.: Энергия, 2007.-328с.
10. Белоруссов, Н. И. Электрические кабели, провода и шнуры. Справочник / Н.И. Белоруссов, А.Е. Саакян, А.И. Яковлева. - М.: Энергия, 2008.-416с.
11. Белоруссов, Н.И. Электрические кабели, провода и шнуры / Н.И. Белоруссов. - М.: Книга по Требованию, 2012. - 704 с.

MUNDARIJA

	KIRISH.....	3
1.	KUCHLI KABELLAR VA AXBOROT KOMMUNIKASIYA VA TEXNOLOGIYALARINING RIVOJLANISH BOSQICHLARI...	5
2.	KABEL MAHSULOTLARINING ASOSIY QISMLARI VA ATAMALARI.....	11
2.1.	Kuchli kabel klassifikatsiyasi	15
2.2.	Kabellarning belgilanishi	17
3.	KABELLARNI ELEKTR IZOLYASIYASI.....	26
3.1.	Kabel izolyasiya qoplash, to'ldirgich, ekran.....	26
3.2.	Kabel qobiqlari. Jamlab o'rash, belbog' izolyasiya.....	42
3.3.	Kabel himoya qoplamalari. Tashqi qoplama.....	45
3.4.	Kabel tayyorlash texnologiyasi.....	53
4.	SHAHAR TELEFON KABELLARI.	57
5.	KABEL IZOLYASIYASINI ESKIRISHI.....	64
5.1.	Kabel liniyalarining shikastlanish sabablari.....	64
6.	IZOLYACION MATERIALLARNING FIZIK-KIMYOVIY VA MEXANIK XUSUSIYATLARI.....	70
6.1.	Dielektriklarning nam singdiruvchanligi.....	72
6.2.	Dielektriklarning mexanik xossalari.....	74
6.3.	Izolyasiyani namlikdan himoya qilish.....	77
6.4.	Dielektriklarning issiqlik xossalari.....	79
7.	KABEL IZOLYASIYA TURLARI.....	84
7.1.	Kabel xarakteristikalarini.....	85
8.	YAXLIT POLIETILEN IZOLYASIYALI KOAKSIAL KABELLAR.....	96
8.1.	Yarim havo polietilen izolyatsiyali koaksial kabellar	96
8.2.	Past chastotali polietilen izolyatsiyali simmetrik kabellar	97
8.3.	Kabel izolyasiyasi.....	97
9.	QUVVATLI KABEL IZOLYASIYALASH ASOSI VA TEXNOLOGIYASI.....	105
9.1.	Kabel tok o'tkazish simlarini tayyorlash texnologiyasi.....	111
10.	YARIM O'TKAZGICHLI MATERIALLAR.....	114
10.1	Yarim o'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlik.....	116
10.2.	Yarim o'tkazgichlar tarkibidagi qo'shimchalar.....	119
11.	MAGNIT MATERIALLAR.....	121
11.1.	Asosiy ko'rinishlari. Magnit dipol.....	122
11.2.	Magnit maydon vektorlari.....	123
11.3.	Magnit momentning tabiati.....	126

11.4.	Diamagnetizm va paramagnetizm.....	128
11.5.	Magnit materiallarning asosiy xossalari.....	130
11.6.	Yumshoq magnit materiallar.....	137
11.7.	Qattiq magnit materiallar.....	146
12.	PLASTMASSA IZOLYASIYALI KABEL ARMATURASI.....	148
12.1.	Kabel liniyalarining plastmassa izolyasiyali qobig'ining shikastlanishi.....	152
12.2.	Plastmassa izolyasiyali kabel turlari.....	152
12.3.	Yuqori kuchlanishli plastmassa izolyasiyali kabellar.....	159
12.4.	Plastmassa izolyasiyali simlar.....	168
12.5.	Plastmassa va parda izolyasiyali simlar.....	169
13.	REZINA IZOLYASIYALI QUUVATLI KABELLAR.....	169
13.1.	Rezina izolyasiyali simlar.....	170
14.	KABEL TURLARI.....	172
14.1.	Egiluvchan shaxta kabellari.....	172
14.2.	Kuchlanishi 0,66-1 kVli aralash kabellar.....	173
14.3.	Shlangli kabellar	176
14.4.	Shaxta kabellari	177
14.5.	Neft sanoati kabellari	180
14.6.	Maxsus kabel va simlar	181
14.7.	Aerodrom kabellari	183
14.8.	Elektr payvandlash kabellari	184
14.9.	Turli qo'llanishli kabel va simlar.....	185
14.10	Spiralli egiluvchan KSR kabeli.....	186
15.	IZOLYASIYALANGAN SIM TURLARI.....	188
15.1.	Elektrotexnik uskuna simlari	188
15.2.	Izolyatsiyasi issiqqa bardoshli simlar	189
15.3.	Elektr yuritgich chiquv simlari	190
15.4.	Ro'zg'ordagi elektr mashina va asboblarni ulaydigan chilvir va simlar.....	190
15.5.	Harakatlanuvchi rels transporti va trolleybuslar kabeli va simlari.....	192
15.6.	Aviatsiya, avtomobil, traktor simlari.....	194
15.7.	Geofizik kabel va simlari.....	197
16.	RADIO TO'LQINLI SPIRALLI KABEL.....	203
16.1.	Aralash radioto'lqinli va kamer televizion kabellar.....	203
16.2.	Kollektiv, hususiy televizion antenna kabel kabellari	204
16.3.	Aloqa kabellar.....	205
16.4.	Magistral koaksil kabellar.....	209

16.5.	Nurtolali kabellar.....	215
16.6.	Yuqori chastotali kordel-PS izolyatsiyali simmetrik kabellar.....	216
16.7.	Past chastotali polietilen izolyatsiyali simmetrik kabellar.....	216
16.8.	Past chastotali aralash uzoq aloqa kabellar.....	217
16.9.	Telefon aloqa kabellari	218
17.	KABEL GERMETIZATSIYALASH UCHLIGI, KABEL G'ALTAKLARI, KABEL QURILISH UZUNLIGI, KAFOLAT VAQTI VA KABEL XIZMAT MUDDATLARI.....	219
17.1.	Kabel germetizatsiyalash uchligi	219
17.2.	Kabel g'altaklari	220
17.3.	Kabel qurilish uzunligi.....	221
17.4.	Kafolat vaqti va kabel xizmat muddati.....	223
18.	KABELLARDA ELEKTR, ISSIQLIK VA BOSHQA TURDAGI QIYMATLARNI HISOBLARI.....	224
18.1.	Kabel elektr hisobi.....	224
18.2.	Izolyatsiya darajalanishi.....	227
18.3.	Bir jinlimas izolyatsiyada elektr maydoni.....	231
18.4.	Kabel metalli qobiqlarida isrofgarchilik.....	237
18.5.	Kabel issiqlik hisobi.....	238
18.6.	Kabel atrof-muhit issiqlik qarshiligi.....	240
18.7.	Ruxsat yuklama tok hisobi.....	244
	GLOSSARIY.....	246
	FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.....	250