

**A.Sh. Ahmedov, B.X. Mirzahmedov,
D.I. Raksitullayeva**

KABEL TEXNIKASI NAZARIY ASOSLARI

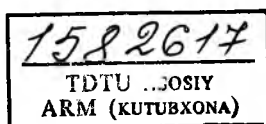


O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

A.Sh.Ahmedov, B.X.Mirzahmedov, D.I.Raksitullayeva

KABEL TEXNIKASI NAZARIY ASOSLARI

*O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligining muvofiqlashtiruvchi Kengashi tomonidan
o'quv qo'llanma sifatida tavsiya etilgan*



«Noshirlik yogʻdusi»
Тошкент – 2015

UO'K 621.315.21

KBK: 31.232.3

A 90

Ahmedov A.Sh.

Kabel texnikasi nazariy asoslari: O'quv qo'llanma / A.Sh.Ahmedov, B.X.Mirzamedov, D.I.Raksitullayeva/ – T.: «Noshirlik yog'dusi», 2015, 160 b.

UO'K 621.315.21

KBK 31.232.3

Mazkur o'quv qo'llanmada kabel turlari va kabel texnologiyalari 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 hamda turli xil usullar yordamida kabel issiqlik xarakteristikalarini va kabel konstruksiyalari, shuningdek, ruxsat etilgan tok yuklamasini aniqlash haqida ma'lumotlar berilgan.

В данном учебном пособии 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.

Taqrizchilar: T.SH. G'oyibov – ToshDTuning «EST va T» kafedra mudiri, texnika fanlari doktori, professor.

A.K. Yo'ldoshev – «O'rtao'siyoenergotarmoqloyiha» OAJ korxonasining bo'lim boshlig'i, texnika fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim.

ISBN 978-9943-4594-2-7

© «Noshirlik yog'dusi», 2015

© Toshkent davlat texnika universiteti, 2015

KIRISH

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 narxining qimmatligi, montaji va ekspluatatsiyasi murakkabligi sababli kabel liniyasi hamda havo liniyasiga raqobatlasha olmaydi.

Elektr texnika sanoatida kabel mahsuloti, umumiy ishlab chiqariladigan mahsulotni 20%i ni tashkil etadi va sanoat, transport, aloqa, qishloq va kommunal xo'jaliklarni 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'nggi paytlarda maxsus rezina va plastmassa izolyatsiyali kabelga katta e'tibor berilmoqda. Qog'oz-moy shimdirilgan izolyatsiyali kabellarni tayyorlash texnologik jarayoni plastmassa izolyatsiyali kabellarni texnologik jarayonidan ko'proq. Qog'oz-moy shimdirilgan izolyatsiyali kabellarda quritish, shimdirish hamda moykanifol birikmasini tayyorlash jarayoni ancha ko'p vaqtni egallaydi. Shu sababli ko'pgina rivojlangan davlatlar elektr tarmoqlarida, asosan, plastmassa izolyatsiyali kabellar va ularning armaturalari qo'llanilmoqda. Bu ko'p miqdorda rangli va qora metallni 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 taqozo etadi.

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

1. KUCHLI KABELLAR KONSTRUKSIYASI

1.1. Kuchli kabel klassifikatsiyasi

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-moy shimdirilgan va plastmassa izolyatsiyali 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 havfli atrof-muhit, mexanik kuchlanish kabi turlicha yotqizish ish holatida, ekspluatatsiya mobaynida vujudga keladigan ta’sirlarni aniqlaydi.

Elektr kabellarining qo‘llanish sohalarini aniqlashda qo‘rg‘oshin qobiqli kabellar o‘rniga aluminiy 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, asosan, aluminiy simli kabellar qabul qilingan. Ushbu turli kabellardan tashqari mis simli kuchli kabellar, tik va qiya yerlarda yotqiziladigan moysizlangan izolyatsiyali 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, loyiha smeta xujjatida qo‘llanilishi bo‘yicha maxsus texnik asoslanishni talab etadi. Qo‘rg‘oshin qobiqli kabel suv ostida, shaxtada, gaz va changga havfli, kuchli karrozion muhitlarda yotqizilishi mumkin. Kabelning asosiy qismlari tok o‘tkazuvchi sim, izolyatsiya, ekran, qobiq va tashqi himoya qoplamasidan tashkil topgan. Konstruksiyaga bog‘liq holda kabel ekrani va himoya qoplamasi bo‘lmazligi mumkin.

1.2. Kabel mahsulotlarining asosiy qismlari va atamalari

Kabel mahsuloti – o‘zidan elektr energiya, axborot va elektr signali uzatishga mo‘ljallangan yoki juda egiluvchan elektr uskunasini cho‘lg‘amini tayyorlash uchun xizmat qiladigan elektr mahsuloti.

Kabel – bir yoki bir necha tekis yoki buralib yotqizilib, simlari alohida izolyatsiyalangan va umumiy qobiqqa joylashtirilgan qurilma.

Elektr simi – bir yoki bir necha o‘ralgan ochiq yoki izolyatsiyalangan sim yoki ishlatish sharti bo‘yicha yengil no metall qobiq qoplama va tolali material yoki simdan iborat bo‘lgan to‘qimali kabel mahsuloti.

Elektr chilvir (shnuri) – siljuvchan qurilmalarga ulash uchun xizmat qiladigan, juda egiluvchan tolali, simlari izolyatsiyalangan mahsulot.

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

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

Shimdiruvchi tarkibli kabel – moy kanifolli yoki unga o‘xshash izolyatsiya tarkibida shimdirilgan qog‘oz izolyatsiyali kabel.

Belbog’ izolyatsiyali kabel – ko‘p simli kabel izolyatsiyalangan faza simlari ustki qismiga yotqiziladigan umumiy izolyatsiya.

Simlari alohida ekranlangan kabel – har bir izolyatsiyalangan faza simlari alohida ekranga ega bo‘lgan kabel.

Umumiy ekranli kabel – izolyatsiyalangan 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 izolyatsiya ustida) moy o‘tqazuv naychalariga ega, yerda yotqiziladigankabel.

Quvurdagi kabel – dastlab yotqizilganpo‘lat quvurga bir necha izolyatsiyalangan sim kiritilib, yuqori bosimda ushlab turiladigan qurilma.

Plastmassa izolyatsiyali kabel – simga yumshatilib yotqiziladiganyaxlit izolyatsiyali kabel.

Radio to'liqlik (chastotali kabel) – elektromagnit energiyani radio to'liqligida uzatadigan kabel.

Aloqa kabeli (simi, chilviri) – axborot signalini turli chastotali tokda uzatadigan kabel.

Uzoq aloqa kabeli – shaharlararo aloqa tarmog'i uzatqichli aloqa kabeli.

Shahar telefon kabeli – shahar telefon tarmog'ining abonent va birlashtiruv uzatqich 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 eshitqichi va devordagi tiqma bilan birlashtiriladigan aloqa simi (chilviri).

Boshqaruv kabeli – uzoqdan turib zanjirni boshqaradigan rele himoyasi va avtomatika kabeli.

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

Xabarlov va puxta ulov kabel – Xabarlov 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 apparatga elektr energiyasini hamda axborot nazorat va boshqaruv signallarni uzatishga mo'ljallangan aralash kabel.

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

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

Sirlangan sim – sirli izolyatsiyaga 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 tarmoqlarida osiladigan ochiq sim.

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

Po'lat - aluminiyli sim – qo'sh metall: po'lat-aluminiy simlari yoki po'lat o'zakli, yuzasiga aluminiy 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 hokazolar. Ifodalaydigan kabel mahsulotining shartli harf – raqam belgilari.

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, izolyatsiya, qobiq, turli himoya qoplamlari materiallarini, ularning belgilanishi, mahsulot asosiy ko'rsatkichlarini hisobga oladi. Belgilanishi harf va raqamlarda ifodalanadi.

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

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

Kabel izolyatsiyasi. Izolyatsiya 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.

Kabel qobiqlari. Qobiq izolyatsiyani tashqi muhit (nam, chang va h.) va mexanik shikastlanishdan saqlaydi. Agar izolyatsiya oson namlanadigan material (qog'oz)dan tayyorlansa, qobiq metall (aluminiy, qo'rg'oshin, po'lat)dan yasaladi. Kabel izolyatsiyasi plastmassa yoki rezina asosida bo'lsa qobiq polivinilxlorid plastikati, rezina yoki polietilen asosida tayyorlanadi. Ba'zi kabeillarda qobiq tashqi elektromagnit ta'siridan kabelni muhofazalaydi.

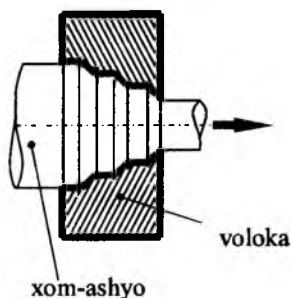
Kabel himoya qoplami. Himoya qoplama kabelni tashqi mexanik ta'sirdan ba'zida korroziyadan saqlaydi. Kabel yostiqchasi qobiqni po'lat sim yoki tasma bilan shikastlanishidan va korroziya (yemirilish)dan saqlash uchun qo'llaniladi. Zirx kabeллarni mexanik shikastlanishdan saqlaydi.

2. KABEL TOK O'TKAZISH SIMLARI

2.1. 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. 1- rasmda kabel tok o'tkazish simini cho'zish kinematik chizmasi keltirilgan.

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



1- rasm. Simni cho'zish kinematik chizmasi

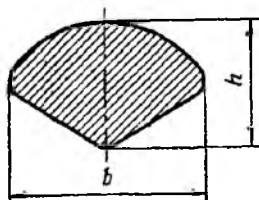
Kabel bir va ko'p simli bo'lib, ular kesim yuzasi bo'yicha me'yorlangan. Tok o'tkazuvchan simning shakli yumaloq yoki boshqa shakllarda (sektor, segment va hokazo) tayyorlaniladi. Ushbu simlar yaxlit bir simli yoki ko'p tolali simlardan tashkil topgan bo'ladi. Uch va to'rt simli kabellar xil kesim yuzali yoki simlardan biri kichik kesim yuzali bo'lishi mumkin (jadval 1, 2, 3).

Mis va aluminiy simlari tolalarining minimal soni quyidagicha 1 jadvalda keltirilgan.

Mis va aluminiy simlari tolalarining minimal soni

Sim nominal kesim yuzasi, mm^2	Yumaloq yoki fasonli sim		Yumaloq sim				Fasonli sim	
	misli	alumi-niyli	Zichlanmagan		Zichlangan		misli	alumi-niyli
			misli	alumi-niyli	misli	alumi-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 mm^2 gacha olinadi. 2- rasmda sektor shaklli aluminiy simining kesim yuzasi keltirilgan.



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

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

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 – 10 kV	<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 – 10 kV	<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 1 kV	— —	<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	— —

2.2. Quvvatli kabel tok o'tkazgich simi va uni o'rash texnologiyasi

O'rnatilish va ishlatilish sharoiti bo'yicha quvvatli kabel hamda simlar turli egiluvchanlikda tayyorlanadi. Tok o'tkazgich yaxlit simli yoki bir-qancha sim tolalaridan iborat, shakli-yumaloq, segmentli, sektorli qilib bajariladi. Egiluvchanligi bo'yicha sim va kabellar I – VI klassga bo'linadi.

Statsionar yotqiziladigan mis va aluminiy kabel hamda simlari 1, 2 klasslarga bo'linib yuqori darajali egiluvchan zirillashga chidamli kabel, sim va chilvir 3 – 6 klasslarga bo'linadi. 1 – 2 klassli simlar 0,03 – 500 mm² kesim yuzasi tayyorlanib, 3 – 6 klassli simlar 0,03 – 500 mm² kesim yuzada tayyorlanadi.

Qog'oz izolyatsiyali kabel sektorli yaxlit simi 50 mm², aluminiyli yaxlit sim 240 mm² gacha tayyorlanadi. Qolgan barcha holatda sim ko'ptolali qilib tayyorlanadi.

To'g'ri o'ramada bir yoki bir necha o'ralgan markaziy sim ustidan bir necha bir xil diametrli sim o'ramlari yotqiziladi. Odatda markaziy sim bitta, kam holatda 3 – 5 tolali qilinadi. Bunday o'ramda sim tolalarining soni quyidagi formulalardan aniqlanadi:

$$S_3 = 3n^2$$

$$S_5 = (3n + 2)$$
(1)

Bunda n – o'ramlar soni, markaziy sim(lar) birinchi o'ram hisoblaniladi. O'ralgan sim tolalar to'plamining tashqi diametri:

$$\begin{aligned} D_1 &= (2n - 1)d; & D_3 &= (2n + 0,15)d \\ D_4 &= (2n + 0,41)d; & D_5 &= (2n + 0,7)d \end{aligned} \quad (2)$$

Bunda d – o‘raladigan sim tolasining diametri o‘ralish qadami m o‘ram qadami uzunligini kabel o‘ram tashqi diametri D_n ga nisbati bilan aniqlanadi (3).

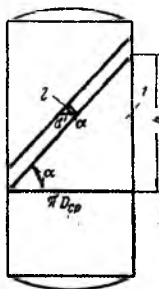
$$m = h / D_n \quad (3)$$

agarda n o‘ram aylana diametri D_n bo‘lsa $L_n = \pi D_n$ $n+1$ aylana uzunligi $2_{n+1} = \pi(D+2d)$, ya’ni ilgariisidan $6,28 d$ ga ko‘p; shu sababli har o‘ramda sim soni 6 taga ortib boradi. Sim uzunligining ortishi (4):

$$\Delta l = \frac{1}{2} \frac{\pi^2}{m^2}$$

yoki aniqroq:

$$\Delta l = \frac{l\pi^2}{2m^2} \left(1 - \frac{d}{D_n}\right)^2 \quad (4)$$



3- rasm. Qatlamdagi alohida sim holati.

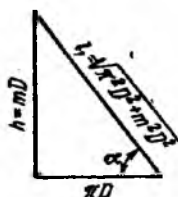
Agar buralgan simning yoyiq holatini ko‘rsak, u holda u gipotenuza shaklida ifodalanishi mumkin, to‘g‘ri uchburchak katta kateti qadam uzunligiga kichigi aylana uzunligiga teng (5):

$$l = \sqrt{\pi^2 D_{o'r}^2 + m^2 D_{o'r}^2} \approx h \left(1 + \frac{1}{2} \frac{\pi^2}{m^2}\right) \quad (5)$$

Yumaloq simni to'g'ri o'q atrofida to'g'ri buraganda, v silindr o'zara vintli chiziqda siljiydi.

Vintli chiziq umumiy tenglamasi(6):

$$\begin{aligned} \alpha &= a \cos \varphi \\ y &= a \sin \varphi \\ z &= \frac{h}{2\pi} = b \varphi \end{aligned} \quad (6)$$



4- rasm. Sim bitta qadamini ochilgan holati

bunda $a = (D + d)/2 = D/2$

D – o'zak diametri, mm;

d – o'raladigan sim diametri, mm;

Simni vint chizig'ida to'liq aylanish uzunligi (7):

$$S = 2\pi \sqrt{a^2 + b^2} \quad (7)$$

Ushbu uzunlikda buralish (8):

$$T = \frac{2\pi b}{\sqrt{a^2 + b^2}} = \frac{2\pi h}{\sqrt{(2\pi a)^2 + h^2}}; 2\pi b = h. \quad (8)$$

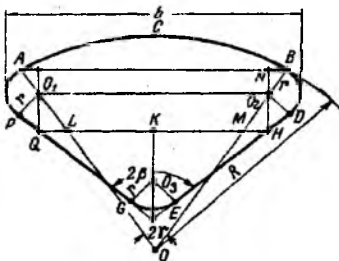
Sim o'ralganida uning ustki qismi cho'zilib, ichki qismi siqiladi, ya'ni har bir sim uzunligi bo'yicha deformatsiyalanadi. Sim o'ralganida bir qadamdan uning qisqarishi $\sqrt{(\pi / m^2) + 1}$ ga teng va 0,4-3.4% ni tashkil etadi.

2.3. Yumaloq va sektor shaklli simlar tayyorlash usullari

Yumaloq zichlangan simning to'ldirish koeffitsienti 71–76% oralig'ida. Sim zichlansa izolyatsiya materiali isrofi 5 – 9% ga, qo'rgoshin yoki aluminiy 7 – 9% ga

$$a = (b - 2r) / 2 = (R - r) \sin y$$

kamayadi. Zichlanganda sim qisman uzayadi. Sektorli yaxlit aluminiy yoki mis simdan keng qo'llaniladi. Quyidagi 5- rasmda sektorli sim tayyorlash o'lchamlari keltirilgan:



5- rasm. Yaxlit sektor sim tayyorlash o'lchamlari

$$y = \arcsin \frac{a}{R - r} = \beta - \arcsin \frac{r + \delta_s}{R - r}$$

Sektor yoyi radiusi: $R = \sqrt{0,98 \cdot S_n} + \delta_s$

Sektorli sim kabel diametrini 20 – 25% ga kamaytiradi. Ko'p tolali sim juvalagichda zichlanadi va oraliq to'latiladi. Juvalagichlar bir juft gorizont

(ichki simlarda), hamda gorizontaal va vertikal (tashqi simlarda) g'altakli bo'ladi. Bunda to'latish koeffitsienti η 0,82 – 0,84 ga ortadi.

Yumaloq va shaklli simlar mis yoki aluminiiy g'o'lasini tortib tayyorlanadi. Cho'zish deganda metalni sovuq holda bosim ostida ishlav berilishiga aytilib, bunda metall cho'zuvchi asbobdan o'tkazib kerakli shakl va o'lchamli sim olinadi. Kesim o'zgarganida sim uzunligi ortadi, bu o'zgarish cho'zilish deyiladi va u $\mu = l_k/l_0 = S_0/S_k$ formulada aniqlanib l_0 va S_0 , l_k va S_k – sim uzunligi va kesimi cho'zilishiga hamda cho'zilganidan so'ng. Mustahkamlik zahirasi 1,5 – 2,0 dan yuqoriligini e'tiborga olib tortilish 1.35 dan ortmasligi kerak. Ingichka sim olish uchun mahsulot ko'p marotaba jo'vadan o'tkaziladi. Buning uchun ko'p karalilik cho'zish sirpanish mashinasidan foydalaniladi. Mashina cho'zish tezligi 40 m/s gacha. Jo'va shakllor teshigida olmos qo'llanib, ishqalanishni kamaytirish va sovutish maqsadida - moy, sovun va suv aralashmasidan maxsus quticha qizitish orqali amalga oshiriladi (bug' muhitida 150 – 170°C va 450 – 550°C gacha qizdiriladi). Eshilish mashinasi 3 turga bo'linadi: buralma va uzatuv qurilmasi; aylanma tortuv va qabul qurilmasi; aylanma yig'ma va qo'zg'almas uzatuv hamda qabul qurilmasidan iborat.

Birinci turdagi (katak qutuli, diskli, sigarali) mashinalar quvvatli kabel simlari tayyorlash va izolyatsiyalangan sim to'g'ri o'rash, ikkinchi turdagi (aylanma ramkali va universal) esa – asosan egiluvchan simlarni ulashda hamda izolyatsiyalangan sim o'ralishda qo'llaniladi.

Sim to'g'ri eshilishida ikki usul: burab olinadigan (buraladigan), va burab olinmaydigan (buralmaydigan) bo'linadi. Birinci usul bo'yicha eshish mashinasida simli g'altak mahkam qotirilgan va u o'z o'qi atrofida aylanadi. Bunda mashina to'liq aylanganda sim o'z o'qi atrofida 360° ga aylanadi. Sim kuydirilgan yumshoq bo'lsa plastik deformatsiya sodir bo'ladi, agar sim qattiq kuydirilmagan bo'lsa, elastik deformatsiya o'ramada sim bo'rtib chiqishiga olib keladi.

Ikkiknchi usulda deformatsiya bartaraf etiladi, bunda simli g'altak teskari yo'nalishda 360° ga aylanadi. Katak qutuli eshish mashinasi ikki, uch va to'rt qutuli tayyorlanadi. Qo'shni kataklar turli tomonga aylanadi, ichki o'ramdagilar tashqarisidan tezroq aylanadi, qadam uzunligi ham kaltaroq bo'ladi. Uzatuv g'altaklari xalqalar orasida podshipnikka

qotiriladi. Bu g'altaqdan chiquvchi sim oldi xalqa teshigidan o'tadi va taqsimlov rozetkasiga boradi hamda kolibr oldi yo'naltiriladi. G'altaklar o'z to'htatuv nog'orasiga ega. Sigara turli tezkor aylantiruv mashinasi asosiy qismi rotor bo'lib, uning ichidagi podshipniqda osma katavada simli g'altak joylanadi. Rotor g'altak o'rnatiladigan po'lat quvur ko'rinishida qilinadi. Rotor diametri katak diametridan kichik bo'ladi. Diametri 0,4 mm gacha sim o'rash rotor aylanish chastotasi 4000 ayl/daq. gaetadi.

Diametri 0,2 – 0,8 mm misli yoki 0,2 – 1,25 mm aluminiy 7 simini o'raydigan SKS6 – 200 – ETM va E mashinasi rotori 200 – 2000 ayl/daq. tezlikda aylanadi. G'altak gardishi diametri 200 mm ga teng bo'ladi.

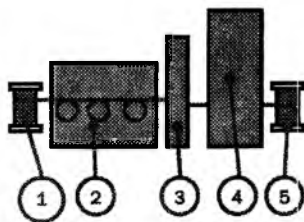
SKS 6 – 400 ETM va E mashinasi 7 ta diametri 1,28 – 2,97 mm misli yoki diametri 1,65 – 3,0 mmli aluminiy simni o'raydi, uning rotorini aylanish chastotasi 550/1150 ayl/daq. Yumshoq mis va aluminiyli simlarini o'rashda mustahkam romli o'rash mashinasi qo'llaniladi. Ushbu diskli mashinada g'altaklar mashina o'qiga yaqin joylashgan. Uzatuv g'altaklari disk bilan qattiq biriktirilgan bo'lib, bu mashina tuzilishi katakli mashinadan sodda bajarilgan.

Kam kesimli izolyatsiyalanmagan va izolyatsiyalangan bir yoki ikki qatlamda o'rash uchun aylanadigan tortqichli va qabul qiluvchi mashina qo'llaniladi (dastakli o'rash sistemasi). Bunday mashinalarga misol qilib DShE – 20, DShE – 40, DShE – 62 va 1200 larini olish mumkin.

Mis va aluminiyli 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 aluminiyli tok o'tkazuvchan sim yumshoq AM (yumshok aluminiy) navli simdan tayyorlanadi. Bir tolali yaxlit aluminiy simining kesim yuzasi 70 mm² gacha A5E, A7E navli yug'on aluminiy simidan cho'zib tayyorlanadi. Kesim yuzasi 120-240 mm gacha bo'lgan yaxlit simlar A6 – A7 navli aluminiydan gidravlik pressda

bosim usuli orqali tayyorlanadi. Bunday simning nisbiy cho‘zilishi 30% dan kam bo‘lmasligi kerak. Quyidagi 6- rasmda cho‘zish jixozining kinematik chizmasi keltirilgan.



6- rasm. Cho‘zish jihozining kinematik chizmasi

1 – uzatgich; 2 – cho‘zish mashinasi; 3 – kompensator; 4 – toblash kamerasi kontakti; 5 – qabul moslamasi.

Aluminiyning oquvchanlik chegarasi yaxlit simlar uchun 36 – 42 MPa bo‘lishi kerak. Yumaloq kesim yuzaga ega bo‘lgan mis sim 50 mm² gacha yaxlit bir simli va undan yuqori kesim yuzalarda ko‘p tolali qilib MM (yumshoq mis) navli misdan tayyorlanadi. Ko‘p tolali sim, asosan, ikkinchi klassli qilib tayyorlanadi.

Vulkanlangan polietilen izolyatsiyali kabellar uchun tok o‘tkazuvchi sim yumaloq shaklda bir tolali yoki ko‘p tolali zichlangan qilib tayyorlanadi. Tok o‘tkazuvchi simni zichlash faqat to‘ldirish koeffitsientini oshirishgagina emas, balki vulkanlanish mobaynida simning ichki qismiga erigan polietilenni kirishiga yo‘l qo‘ymaslikka qaratilgan. Polietilen izolyatsiyasining vulkanlanish jarayoni 180 – 200°C harorat va 1,0 – 1,6 MPa bosimda bajarilsa, polietilen tashqi sim ichiga kirishi mumkin, bu esa izolyatsiyani 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, 1800 mm² tayyorlanadi. Tok o‘tkazuvchi sim kesim yuzasi 800 mm² gacha bir yoki bir-necha o‘ramli shakllangan simlar to‘plamidan tashkil topadi.

Sim tashqi o'rami Z – simon simlardan tashki topib, markazida moy o'tkazuvchi kanal ($d=12-14\text{mm}$) hosil qilinadi. Sim kesimi $150-185\text{ mm}^2$ gacha bir o'ramli, $240-400\text{ mm}^2$ da ikki o'ramli, $500-625\text{ mm}^2$ da uch o'ramli qilib tayyorlanadi. Moy eskirishini oldini olish maqsadida mis simlarining yuzasi qalaylanadi.

Tok o'tkazuvchi simning muhim me'yorlangan parametriga, simning o'zgarmas tokdagi elektr qarshiligi kiradi. Simning elektr qarshiligi, uning geometrik o'lchami va solishtirma elektr qarshiligi orqali aniqlanadi (9).

bunda
$$R_t = \frac{\rho_t \cdot l}{S} [1 + \alpha (t - 20)] \text{ , Om} \quad (9)$$

ρ_t – metall solishtirma elektr qarshiligi, Om·m.

R_t – tok o'tkazuvchi simning ma'lum haroratdagi qarshiligi.

l – simning uzunligi, m, S – simning ko'ndalang kesim yuzasi mm^2 .

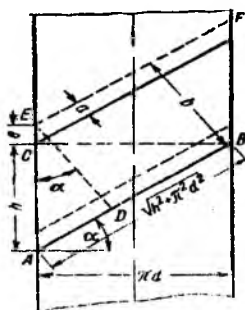
α – sim materiali qarshiligi harorat koeffitsienti.

3. KABEL TOK O'TKAZISH SIMLARIGA IZOLYATSIYA O'RASH TEXNOLOGIYASI

3.1. Tok o'tkazish simlariga izolyatsiya o'rash

Tok o'tkazuvchi simga qog'oz izolyatsiya uch xil turda o'raladi. Uchma-uch, qoplab va orasida masofa qoldirib o'raladi. Izolyatsiya qilingan kabel tok o'tkazish simlari jamlab o'ralib, belbog' izolyatsiya o'raladi. Asosiy usul orasidagi masofa (1 – 2 mm)ni tashkil qiladi.

Oraliqli qilib qog'oz tasmasi o'rash tenglamasi quyidagicha:



7- rasm. Bitta qog'oz tasmasini ochib, zichlab qoplab o'rash chizmasi.

d – qog'oz qatlami diametri; h – o'rash qadami; e – izolyatsiya qilinayotgan sim oki bo'yicha qoplash; b – qog'oz tasma eni; α – o'rash burchagi.

Bundan AVS uch burchakdan va ADE dan quyidagi ifodalariga ega bo'lamiz:

$$\frac{b}{h+e} = \frac{\pi d}{\sqrt{h^2 + \pi^2 d^2}} \quad (10)$$

Keyingi ifodada orasida masofa qoldirib o'ralgan holat uchun:

$$\frac{b}{h-e} = \frac{\pi d}{\sqrt{h^2 + \pi^2 d^2}} \quad (11)$$

Yuqorida keltirilgan ifodalardan (10) va (11) agarda qog'oz tasma qalinligi Δ hisobga olinmasa quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$\frac{b}{h \pm e} = \frac{\pi(d + \Delta)}{\sqrt{h^2 + \pi^2(d + \Delta)^2}}. \quad (12)$$

Shunday qilib Δ tasma qalinligi d qiymatdan ancha kichik deb (10) va (11) ifodalardan quyidagi ifodaga ega bo'lamiz:

$$b = \frac{\pi d(h \pm e)}{\sqrt{h^2 + \pi^2 d^2}}. \quad (13)$$

Qoplash qiymati e o'rash qismi h : $e = kh$ bundan:

$$b = \frac{\pi d h (1 \pm k)}{\sqrt{h^2 + \pi^2 d^2}}. \quad (14)$$

ADE uch burchagidan quyidagiga ega bo'lamiz: $\cos \alpha = \frac{b}{h \pm e}$, bundan

$$b = (h \pm e) = h(1 \pm k) \cos \alpha \quad (15)$$

7-rasmdan quyidagiga ega bo'lamiz $\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{\pi d}$, yoki $h = \pi d \operatorname{tg} \alpha$.
(16)

(15) va (16) ifodalardan quyidagiga ega bo'lamiz.

$$b = \pi d (1 \pm k) \sin \alpha. \quad (17)$$

Shunday qilib, qog'oz tasma kengligi o'rash diametr d , izolyatsiya o'rash burchagini α ortishi bilan ortadi.

Bundan (14) ifodani quyidagicha keltirish mumkin:

$$\frac{b}{1 \pm k} = \frac{\pi d h}{\sqrt{h^2 + \pi^2 d^2}}, \text{ yoki } \frac{1 \pm k}{b} = \sqrt{\frac{1}{\pi^2 d^2} + \frac{1}{h^2}}. \quad (18)$$

Agar $1/\pi l = x$ deb qabul qilib hamda $1/h = y$ bo'lsa (18) ifoda quyidagicha bo'ladi:

$$\left(\frac{1 \pm k}{b}\right)^2 = x^2 + y^2 \quad (19)$$

Ishora (-) tasma qoplanadigan holati uchun. Yumaloq yoki sektorli sim izolyatsiyalanishida 1 – 10 kVli kabellarda tasma 6 – 28 mm kenglikda, tasma yotqizish burchagi α 35°gacha olinadi. $U=20 - 35$ kV kabel uchun $\alpha=15-20^\circ$ tasma eni 12 – 22 mm kenglikda olinadi. Belbog' izolyatsiyasida aniqroq qog'oz tasmalari olinadi. Izolyatsiya yotqizilishida qatlamlardagi oraliklar mos tushmasligi kerak.

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

Tasmani o'rab yotqizish kabel va sim tayyorlashda keng qo'llaniladi. Izolyatsiya turiga qarab tasma va ip o'rash mashinalari qog'ozli yoki pardali izolyatsiya yotqiziladigan, ip yotqiziladigan, shisha tolali yoki boshqa to'liqqa chidamli material lakda yopishtiradigan turlariga bo'linadi. O'rash mashinasi asosiy qismi o'ratgich hisoblanib, u ekstsentrik va markazli turlariga bo'linadi.

Ekstsentrik o'ragichda g'altak o'qi izolyatsiyalanadigan sim o'qiga mos emas. Bu o'ragichlar keng tarqalgan va oddiy, yassi, tangentsial va yarim tangentsial turlariga bo'linadi. Oddiy o'ragichda g'altak tekisligi izolyatsiyalanadigan simga ma'lum burchak ostida joylashgan. Yassi o'ragichda g'altak o'qi parallel bo'lib, tasmaning kerakli yo'nalishi juft barmoqlarda o'rnatiladi. Tangentsial o'ragichlarda g'altak o'qiga perpendikulyar, yo'naltiruvchi barmoqlar tasmani ma'lum burchakka o'rnatadi.

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

Tok o'tkazgichga qog'oz izolyatsiyali tasma spiral bo'yicha yotqizilib, tasma orasidagi oralik keyingi qator tasmalari bilan qoplanadi. Ko'p

qatlamli qog'oz izolyatsiya tasmalar oraliqli qilib joylashtiriladi. Kabel kuchlanishi ortgani sari yotqiziladigan tasma soni ham ortib boradi.

Kuchlanishi 110 kV va yuqori kabellarda tangentsial o'ragichlar qo'llanilib, aylanish chastotasi 300 – 450 ayl/daq, chiziqli tezligi 8 – 12 m/daq, izolyatsiyalash burchagi 7 – 15°.

Yupqaroq qatlam izolyatsiyali kabel simini izolyatsiyalashda yarim tangentsial va boshqa o'ragichlar qo'llanilib, ular yetarli zichlik va o'ram sifatini ta'minlaydi, aylanish chastotasini 500 – 600 ayl/daq, chiziqli tezlikni 10 – 20 m/daq gacha oshiriladi.

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

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

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

Kordel qog'oz va kordel-polistirol izolyatsiya 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.

Izolyatsiyalangan simni umumiy o'rab kabel holatiga keltiriladi, kabelda katta egiluvchanlik ta'minlanib bo'sh joylar to'ldirgich bilan to'ldirilib, buning hisobiga, 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 birlashtirilgan 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 tarofini keltirib chiqaradi. Tasmali zirxdagi isrof simdagiga qaraganda ancha yuqori bo'ladi.

Quvvatli kabel izolyatsiyalangan simini o'rashda va belbog' izolyatsiya yotqizishda diskli mashinalar qo'llaniladi. Mashina aylanish qismi o'qdan iborat, unda katta ($D_1 \approx 2,5 - 4,0$ m) va kichik ($D_2 \approx 0,5 - 2,0$ m) disklar o'rnatilgan, disklarda g'altaklar joylashgan. Disklar orasida lyulka joylanib, unga izolyatsiyalangan simli g'altaklar o'rnatiladi. Simlarni o'rashda cheserniya planetar sistemasi qo'llaniladi. Kabelni yumaloqlash uchun izolyatsiyalangan simlar orasida qog'oz buramali chilvir to'ldirgich sifatida qo'llaniladi. O'rash kalibrda bajarilib, so'ng o'ram siqiladi, keyin qog'oz o'ragichda o'ramga belbog' izolyatsiya yotqiziladi. Bunda K – 120, KM – 120, K – 170 va KM – 170 qog'ozlari qo'llaniladi.

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

yumaloq simli 1 – 10 kV kabellarda	-- (25 – 60)
sektor simli kuchlanishi 1 va 3 kV	-- (50 – 80)
6 va 10 kV	-- (65 – 90)
sektorli 6 – 10 kVli (dastlab burab quritilgan)	-- (50 – 80).

Simlari izolyatsiyalangan bir xil diametrli ko'p simli kabel buralishi to'g'ri burash qoidasi bo'yicha bajariladi. Turli kesim yuzali shaxta va h.k. kabellarida aralash o'rash qo'llaniladi. Yumaloq simli kabel olish uchun o'rash rezinali o'zak atrofida bajarilib, sim oraliqlari tolasimon materiallarda to'latiladi.

Rezina va plastmassa izolyatsiyali ko'p simli kabel o'rashini ko'p kutakli mashinalarda, kichikroq kesimlari – tezkor sigara romli gorizontal va vertikal mashinalarida bajariladi. Sigara va romli mashinalar izolyatsiyalangan sim burashda qo'llanilishi ish unumdorligini oshiradi. Aloqa kabeli izolyatsiyalangan simlari dastlab juftlik, to'rtlik so'ng kabel ko'rinishiga o'raladi. Juft to'rtli o'rash to'g'ri o'rash va dastakli burash qonuni bo'yicha bajariladi.

Erli va uzoq aloqa kabeli elektr ko'rsatkichlariga qarab texnologik qurilmalar (uskunalar) tanlanadi. Qiziqarlisi, zamonaviy turli yo'nalishda izolyatsiyalangan 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 yiggichlarda amalga oshiriladi.

To'rtliklarni kabelga o'rash katakli mashinalarda to'g'ri o'ralish qoidasida amalga oshiriladi.

Shimdiriladigan tarkibning qovishoqligiga qarab qog'oz izolyatsiyali kabel 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 izolyatsiyasi bunda ortiqcha shimdiriluvchi tarkibdan xalos qilinadi. Ushbu izolyatsiyali kabel vertikal va qiya yerlarda, sathlari cheklangan holda yotqiziladi.

Oqmaydigan shimiluvchi tarkib MP – 2 bilan qog'oz to'yintirib shimdirilganidan so'ng kabelning ishchi haroratida bu tarkib oquvchanlik xususiyatiga ega bo'lmasligi kerak. MP – 2 tarkibi 2 – 3% kanifol, $18 \pm 1\%$ polietilen, qolgani esa neft moyi va sterezindan tashkil topadi.

Tarkibi oqmaydigan kabellar yer sathi cheklanmagan vertikal va qiya yerlarda yotqiziladi. Kabel belgisining birinchi harfi TS (tserezin) bilan belgilanadi.

Qog'oz izolyatsiyasini o'zgarmas tok kuchi bilan quritish va moy-kanifol birikmasiga shimdirish quvvatli kabellarni dielektrik xususiyatini yaxshilaydi. Shimdirilmagan kabel qog'ozi elektr mustahkamligi 3 – 5 kV/mm bo'lsa, shimdirilgani 40 – 80 kV/mmga teng bo'ladi. Shimdirilgan qog'ozda namlik ortsa, unda tgδ va ε qiymatlari yomonlashadi.

Normal holatdagi havoda kabel qog'oz izolyatsiyasi tarkibida 6 – 9% namga ega bo'lib, quritilganida 0,1 – 0,3% gacha pasayadi.

Kuchlanishi 1 – 10 kVli quvvatli va nazorat kabellarini shimdirishda MP-1 tur moykanifol tarkibi qo'llanilib, 20 – 35 kV kabel va axborot-blokirovka kabellarida qovushoqroq MP – 2 tarkibli moy-kanifol birikmasi ishlatiladi. Kinematik qovushoqlik MP-1 moy-kanifol birikmasida $(1,3 - 1,5) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$; MP-2 da $(1,6 - 1,8) \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$. tarkibida solishtirma

qarshiliklari $t = 100^{\circ}\text{C}$ da $5 \cdot 10^9 \text{ Om}\cdot\text{m}$ dan yuqori, elektr mustahkamlik $t = 100^{\circ}\text{C}$ da 150 kV/mm . Tarkibdagi kanifol uning adsorbtsiya xususiyatini yaxshilaydi va vodorod yutish xususiyatini beradi.

Kuchlanishi $1 - 35 \text{ kV}$ kabel shimdirilishi bir necha bosqichda amalga oshiriladi. Birinchi bosqichda kabel tok o'tkazish simlari uchburchak yoki yulduzcha usuli bilan o'zgarmas tok kuchiga ulanib quritiladi. Tok o'tkazish simidan o'zgarmas $1,5 - 2 \text{ A/mm}^2$ zichlikda tok berilib qizitiladi. Ikkinchi bosqichda kabel quritish qozoni ichida joylashtirilib, qozon qopqog'i yopiladi va qozon devorlari oraliqdagi bo'shlikka quruq bo'g' bosim ostida uzatiladi va kabel vakuum ostida, harorat $120 - 135^{\circ}\text{C}$ ga etganida vakuumli quritishga o'tiladi. Vakuumli quritishda tok uziladi, ma'lum vaqtdan so'ng 130°C da qozonga shimdiruvchi tarkib beriladi. Turli kuchlanishdagi kabel vakuumda quritilishi quyidagicha bajariladi:

1 - 3 kV	$t=1$ soat	qoldiq bosim	$4,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
6 kV	$t=3$ soat	qoldiq bosim	$3,0 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
10 kV	$t=4$ soat	qoldiq bosim	$1,5 \cdot 10^3 \text{ Pa}$
20 kV	$t=21$ soat	qoldiq bosim	$3,0 \cdot 10^2 \text{ Pa}$
35 kV	$t=30$ soat	qoldiq bosim	$3,0 \cdot 10^2 \text{ Pa}$

Shimdiruvchi tarkib kabelli korzina sathidan $100 - 150 \text{ mm}$ baland bo'lishi kerak, shimdirish jarayoni tugallanganligini moy-kanifol birikmasi ustida ko'pik yo'qolishi bilan aniqlanadi. Massa sovushini tezlatish uchun tarkib sovutgichdan o'tkaziladi.

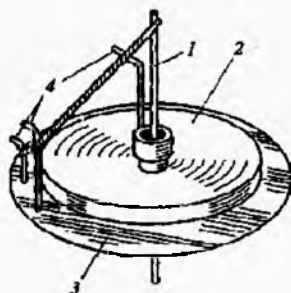
Kabel $50 - 70^{\circ}\text{C}$ gacha sovutilganida, u qo'rg'oshinli yoki aluminliyli pressga qoplama berish uchun yuboriladi. Kabel quritish va shimdirish jarayonida bosim harorat va rejim davomati tekshiriladi. Yuqori kuchlanishli kabel shimdirishda S - 220 turli gazsizlangan moy qo'llaniladi. Ish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

3.2. 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) yordami asosida tayyorlanadi.

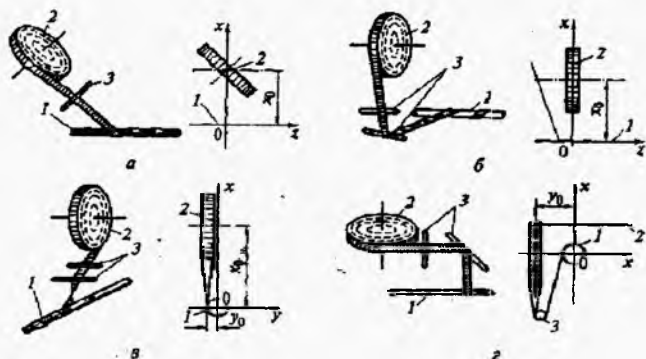
Kabel izolyatsiyasida qo'llanadigan kabel qog'oz oqlanmagan sulfatli tsellyulozadan tashkil topib, u mineral moy va kanifolli tarkib yoki sintetik moy bilan shimdirilib to'yintiriladi. Quyidagi 8- rasmda kabel tok o'tkazish simlariga qog'oz izolyatsiya o'raydigan texnologik jarayoni kinematikasi keltirilgan. 9-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 3 jadvalda kuchli kabel qog'oz izolyatsiyasining qalinligi keltirilgan.

O'rash turlari



8- rasm. Markaziy o'ragich:

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



9- 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.

3-jadval

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 4-jadvalda keltirilgan.

4-jadval

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 qatlamga ega bo'lgan holda polivinilxlorid plastikati (GOST 5960–72) yoki polietilen kompozitsiyasi (GOST 16336–77) asosida tayyorlanadi.

Quyida 5 jadvalda plastmassa izolyatsiyali kabel faza izolyatsiyasining qalinligi keltirilgan.

5-jadval

Plastmassa izolyatsiyali kabel faza izolyatsiyasining qalinligi

Kuchlanish kV	Sim kesim yuzasi, mm^2	Izolyatsiya 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 6-jadvalda kuchli kabel rezina izolyatsiyasining qalinligi keltirilgan.

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 yotqiziladigan izolyatsiyaga faza izolyatsiyasi deyiladi. Izolyatsiyalangan sim oralari to'ldirgichda to'latilib, buralgan holda ustiga yotqiziladigan 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 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 izolyatsiyasi yotqaz iladi. Bundan tushqari, 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 yotqizilishi, yondosh fazalarni kabel bukilishi chog'ida siljish mobaynida qirralari ezilishini oldini oladi.

Izolyatsiyada yotqiziladiganqog'oz elektr mustahkamligi quyidagi qiymatlarga ega.

Qog'oz navi	Elektr mustahkamlik, kV	
	o'zgaruvchan 50 Hz	impulsli
KV, KVMU, KVV	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 haroratining 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'llanadi.

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'llanayotganlarga 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 yorug'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 bardoshlilik 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 fluor, 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, yer va boshqa sharoitlarda yaxshi ekspluatatsiyasini ta'min etadi. Shu bilan bir qatorda polivinilxlorid plastikati dixlorethan, benzol, ba'zi organik erituvchi va spirtlarga chidamliligini ta'minlaydi.

Sanoatda keng miqyosda qo'llaniladigan polivinilxlorid plastikatli 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 7-jadvalda sintetik materiallar yonuvchanlik ko'rsatkichlarining asosiy xarakteristikalari keltirilgan.

7-jadval

Sintetik materiallar yonuvchanlik ko'rsatkichi

Material	Yonuvchanlik ko'rsatkichi	
	Kislorodli indeks %	Solishtirma yonish issiqligi, <i>mm/kg</i>
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
Floroplast	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 bardoshliligi, 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 molekulaaro bog'lanish tufayli yuqori darajali issiqqa 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 chiqarilgan 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.

3.3. Qog'oz izolyatsiyasi quritilishida fizik jarayonlar

Kappilyar-g'ovak jismlarda namning energetik bog'lanishi: kimyoviy bog'lanish, fizik kimyoviy (sorbtsion) va kappilyarlik turlariga bo'linadi.

Oxirgi ikki usulda nam yo'qotiladi. Suv sathida to'yingan bo'g' bosimi haroratga nisbatan o'zgarishi (20):

$$P_m \approx Ae^{-U_o/RT} \quad (20)$$

bunda A – doimiy koeffitsient;

R – gaz doimiyligi (8,3 Dj/(g.mol.°C);

U_o – berilgan haroratda 1g-mol suv bo‘g‘lanishiga kerak energiya.

Qog‘ozdagi nam miqdori qancha kam bo‘lsa, uning bog‘lanish energiyasi shuncha yuqori va uning yuzasida to‘yingan bo‘g‘ bosimi shuncha kam. Ozgina nam miqdori qog‘oz izolyatsiya xususiyatini ancha pasaytiradi. Yuqori kuchlanishdagi kabellardagi qog‘ozda nam miqdori 0,1%dan ortmasligi kerak (quruq qog‘oz massasiga nisbatan).

Bu 100 – 120°C gacha qizdirish va nam bo‘g‘ini haydab havo bosimi 10 Pa namligida erishiladi. Atmosfera kam nisbiy namligida qog‘ozda asosan, sorbtsion namlik mavjud.

Namning materialda harakat qonuni (21): $i = -a_B \rho_o \nabla_w$ (21)

bunda i – qog‘oz izolyatsiya ichida harakatlanadigan namlik miqdori. kg/(m²·s);

a_v – nam o‘tkazuvchanlik koeffitsienti, m²/s;

r_o – quruq qog‘oz zichligi, g/sm³;

∇_w – nam miqdori darajasi, 1/m;

Izolyatsiyada harorat gradienti bo‘lsa, nam issiqroq qismdan sovuqroq qismga qarab siljiydi (22).

$$i = -a_B \rho_o (\nabla_w + \delta \nabla T) \quad (22)$$

bunda δ – termonam o‘tkazuvchanlik koeffitsienti 1/°C;

Izolyatsiya qurish jarayoni ikki bosqichli: birinchisida-qizitib namlik 8 – 6% dan 1% gacha kamayadi va bunda vakuum qo‘llash shart emas; ikkinchisida namlik 1% dan kamda vakuumli quritilib, izolyatsiyaga issiqlikni intensiv berish shart emas. Bu bosqichli quritish yuqori kuchlanishli kabellarda bir necha sutka davom etib, natija quritish oxirida vakuum miqdorida belgilaniladi.

3.4. Qog‘oz izolyatsiyasi shimdirilish nazariyasi

Moy-kanifolli tarkib kam qovushqoqli bo‘lib, juda mayda kanallar orqali qog‘oz izolyatsiya ichiga kirib boradi va bu oqim laminarli hlsoblanadi.

Agar qog‘oz izolyatsiya to‘la hajmi V_1 , tsellyuloza tolalar hajmi V_2 , bo‘lsa, g‘ovak va kanallar hajmi:

$$V_3 = V_1 - V_2$$

$V_3/V_1 = m$ g'ovaklik deyilib $0 < m < 1$ bo'ladi. Kuchlanishi 1 – 35 kV li kabel izolyatsiyasi qog'oz zichligi 0,80, $m = 0,48$. O'ram vintli oralig'i hisobga olinganida $m = 0,52 - 0,53$, amalda g'ovakli 0,5 ga teng olinadi.

Quvvatli kabel shimdirish jarayoni ikki davrli desa bo'lib, birinchi davrda-tarkib qog'oz izolyatsiyaga singadi. Bu jarayon quyidagi kuch ta'sirida sodir bo'ladi:

$$P = P_1 - P_2 + P_3 \quad (23)$$

bunda P_1 – shimdirish birikmasi sirti ustidagi bosim;

P_1 – kabeldagi qoldiq bosim;

P_1 – shimdirish birikmasi kabel qog'ozi absorbttsiya kuchlari tengligidagi bosim.

Qog'oz izolyatsiyasini shimdirish jarayoni tugatilgandan so'ng, ikkinchi bosqich tok o'tkazish sim bo'shliqlari to'ldiriladi. Bu jarayon qog'oz izolyatsiya tarkibidan shimdirish birikmasini o'tishi hisobiga $P_1 - P_2$ kuchlar ta'sirida sodir bo'ladi.

4. KABEL TOK O'TKAZISH SIMLARINI

UMUMLASHTIRIB TO'LDIRGICH, EKRAN, QOBIQ VA HIMOYA QOPLAMINI QOPLASH

4.1. To'ldirgich

Qog'oz va plastmassa izolyatsiyali kabellarda havo bo'shliqlarini bartaraf etish va kabelga yumaloq shakl berish maqsadida izolyatsiyalangan fazalar va belbog' izolyatsiyasi oraliqlarida to'ldirgich qo'llaniladi.

Qog'ozli belbog' izolyatsiyali ko'p fazali kabellarning izolyatsiyalangan simlari oralig'ida sulfat qog'ozli kanop to'ldirgichi qo'llaniladi.

Plastmassa izolyatsiyali kabel to'ldirgichlari quyidagilarni tashkil etadi: izolyatsiya polietilendan, so'nuvchan yoki vulkanlangan polietilendan iborat bo'lganida to'ldiruvchi polietilendan izolyatsiya materiali polivinilxlorid plastikatidan iborat bo'lsa, to'latgich xam polivinilxlorid plastikatidan tayyorlanadi; kuchlanishi 3 kV gacha kabellarda to'ldirgich

shimdirilmagan kabel tolalari yoki qat-qat shisha tolalaridan tayyorlanadi. Kuchlanishi 1 kV gacha bo'lgan plastmassa izolyatsiyali kabellar to'ldirgichsiz tayyorlashga ruxsat etiladi.

4.2. Kabel izolyatsiyalari ustiga ekran qoplash

Ekranlashtirish kabel texnik sharti bilan aniqlanadi va konstruktsiya sinash xususiyati, hamda nominal kuchlanishga bog'liq bo'ladi. Kabelda ekran sim izolyatsiyasi 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 maydon kuch chiziqlarini tekislaydi.

Kuchlanishi 6 – 10 kV li qog'oz izolyatsiyali kabelda ekran belbog' izolyatsiya 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 astetilen bo'ladi. Uning solishtirma hajmiy qarshiligi $10^2 - 9 \cdot 10^4$ Om·m teng. Belbog' izolyatsiyasida metallashtirilgan chala o'tkazich qog'ozi va uning ustida aluminiyli yoki misli zarqog'ozdan iborat ekran qo'llashga ruhsat etiladi (8 jadval). Plastmassa qobiqli mis yoki aluminiy tasmaga ega kabel ekrani 50 A dan yuqori tokka mo'ljallangan. Erga nisbatan katta tutashuv tokli tarmoqqa maxsus kesim yuzasi oshirilgan metal ekrani bo'ylama yoki o'ram holatlarida yotqiziladi.

Bo'ylama yotqizilgan tasma odatda gofrlangan bo'lib, u kabel egilishida tasmani shikastlanishini saqlaydi.

8-jadval

Kabel havo bo'shliqlarini ekranlash

Kabel	Nominal kuchlanish	Ekran o'tkazish usuli	Ekran materiali	Ekran qalinligi, mm
Umumiy qo'rg'oshin qobiqli qog'oz izolyatsiyali	6,10	Belbog' izolyatsiya ustidan	Chala o'tkazgichli qog'oz	0,12

Aluminiy qobiqli qog'oz izolyatsiyali	-/-	-/-	-/-	0,44
Dastlabkidek simi alohida qo'rg'oshinlangan	6,10	Faza izolyatsiya ustidan	Chala o'tkazgichli yoki metallashtirilgan qog'oz	0,12
-/-	20,35	Sim ustidan sim izolyats. sim ustidan	-/-	0,36 0,24
Plastmassa izolyatsiyali plastmassa qobiqli	-/-	-/-	Chala o'tkazgichli plastmassa tasma	0,35

Moy bilan to'yintirilgan past bosimli yuqori kuchlanishli kabellarda harorat o'zgarishida sim va qobiqlarga yondashgan izolyatsiya orqali moy harakati sodir bo'ladi. Absorbstion xususiyatga ega chala o'tkazgichli ekran qog'ozi moy va izolyatsiya elektr xossalarini stabillashtirish imkonini yaratadi. Agarda faqat yarim o'tkazgich qog'ozli ekran qo'llansa, u moyda erib kabel izolyatsiyasiga singib kiradi va asosiy izolyatsiyaning dielektrik isrof burchagi tangensini oshirib yuboradi. Bundan muhofazalanish maqsadida yuqori kuchlanish kabelida maxsus izolyatsion ikki qatlamli qog'ozning bir tomonida yarim o'tkazgich qo'llaniladi. Ushbu qog'oz chala o'tkazgichli tomoni simga yoki kabel qobig'iga qarab yotqizilganida, izolyatsion qatlam qurishini asosiy izolyatsiyaga o'tishiga yo'l qo'ymaydi. Moy to'latilgan kabel simi yuzasidagi ekran quyidagi konstruksiyaga ega: qalinligi 0,08 mmli KP – 80 navli uchta qog'oz tasmasi yoki qalinligi 0,12 mmli ikki KP – 120, qalinligi 0,08 mmli KPDU – 80 navli bir qog'oz tasmasi yarim o'tkazgichli tomoni bilan simga yotqiziladi. Ekran umumiy qalinligi 0,35 mmga teng.

Izolyatsiya ustidagi ekran quyidagi konstruksiyaga ega: qalinligi 0,12 mmli KPD – 120 qog'oz tasmasi izolyatsion qatlam bilan izolyatsiyaga yotqiziladi, ustidan KP – 120 qog'oz tasmasi, yana qalinligi 0,1 mmli mis tasmasi 3 – 5 mm oraliq bilan va KP – 120 navli qatlamlangan chala o'tkazgichli qog'oz tasmasi yotqiziladi. Ekran umumiy qalinligi 0,45 mm. Ohirigi mis tasma va qatlamlangan KP – 120 tasmasi o'rniga,

metallashtirilgan qalinligi 0,14 mm teshikli, navi MPP – 140 bo'lgan qog'oz metalli yuzasi bilan kabel qobig'iga qarab yotqiziladi. Yarim o'tkazgichli ekran 0,5 – 2,0 mm oraliqli, qo'sh qatlamligi esa 2 – 3 mm ustiga qoplangan holda o'raladi.

4.3. Kabel qobiqlari

Kabel qobig'i izolyatsiyaga nam kirishini oldini olib, izolyatsiyani yorug'lik ta'siridan, turli kimyoviy modda ta'siridan himoya qiladi, hamda kabelni mexanik shikastlanishdan saqlaydi.

Qog'oz izolyatsiyali kabel qobig'i uchun eng yaxshi material aluminiy va qo'rg'oshin hisoblanib, ular yaxshi germetik va namsindirmaslik xususiyatiga ega. Kuchli kabellar aluminiy 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 zirillashga chidamliligini oshiradi. Kabel konstruksiyasi va uning diametriga bog'liq holda qo'rg'oshinli qobiq qalinligi 0,9 – 2,7 mm qilib olinadi. Kabel qo'rg'oshin qobig'ining qalinligi quyidagi 9-jadvalda keltirilgan.

Qo'rg'oshinli qobiq mustahkamligi aluminiylikidan 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'rishi sodir bo'lib, unda gazlar paydo bo'ladi. Qo'rg'oshin siljuvchanligi yuqori bo'lganligi sababli, jarayon vertikal va quyi joydagi moy qog'oz izolyatsiyali kabelning pastki qismida sodir bo'lishi mumkin.

Kabel qo'rg'oshin qobig'ining qalinligi

Qobiq ostidagi kabel diametri, <i>mm</i>	Qobiq nominal qalinligi, <i>mm</i>		
	Himoya qoplami	Himoya qalinligi	Uch fazali, 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'oshin qobiqli kabel elektrkimyoviy va tuproq emirilishlariga chalinadi. Qo'rg'oshin qobig'ining zirillashga bardoshliligini va mexanik mustahkamligini oshirish uchun, uning tarkibiga 0,6 % surma kiritiladi. Aluminiy qobig'i A navli aluminiyni presslash orqali va AD 1 navli aluminiyni payvandlash orqali olinadi. Aluminiy qobig'ining mexanik mustahkamligi, qo'rg'oshinligiga nisbatan 2 – 2,5 marta yuqori bo'lib, u zirillashga nisbatan chidamlidir. Aluminiy qobiqlari tekis va to'liqsimon qilib tayyorlanadi. Aluminiyning yuqori mexanik mustahkamligi tufayli aluminiy qobiqli kabellar zirxlanmagan holda ishlab chiqariladi. Aluminiyning yuqori elektr o'tkazuvchanligi, aluminiyli qobiqni kabelni tashqi elektr ta'siridan himoya qilish va ekran sifatida qo'llash imkonini beradi. Aluminiyli qobiq kuchli kabelning nollı simi sifatida ham qo'llanilishi mumkin. Kabel diametriga bog'liq holda tekis aluminiy qobig'i presslanganida 0,9 – 2 mm, payvandlangani 0,72 – 1,2 mmni tashkil etadi. To'liqlangan aluminiy qobig'ining presslangani 1,1 – 1,7 mm, payvandlangani esa 0,65 – 0,9 mmni tashkil etadi.

Aluminiy qobig'ining qalinligi quyidagicha bo'lib 10-jadvalda keltirilgan

Aluminiy qobig'ining qalinligi

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'liqlangan qobiq qalinligi 0,3 – 0,5 mmga teng olinib, u silindr shaklida bukiladi. Bunda to'liqin chuqurligi kabel diametriga bog'langan holda 0,7 – 3,6 mmni tashkil etadi. Past bosimli moy to'latilgan kabellar izolyatsiyasini himoya qilish maqsadida qo'rg'oshinli yoki aluminiyli qobiqlar qo'llaniladi. Kabel kesim yuzasiga bog'liq holda qo'rg'oshin qobiq qalinligi 3–3,6 mmni tashkil etib, aluminiyli qobiq qalinligi esa 1,9–2,2 mmni tashkil etadi. Shuni ta'kidlash zarurki oshirilgan mexanik mustahkamli aluminiy qobig'i qo'rg'oshinliga nisbatan kam egilishga bo'lgan chidamlilikni oshirish uchun qobiq gofrlanadi.

Polivinilxlorid va polietilenli qobiqlar izolyatsiyali tarkibdan keskin farqlanib, ular kerakli plastifikator va stabilizatorlarni tanlash orqali yorug'likda eskirishga nisbatan oshirilgan bardoshlikka erishiladi. Polietilen va polivinilxloridli qobiqlar aluminiyli va qo'rg'oshinli qobiqlarga nisbatan ancha yuqori bardoshligi bilan farqlanadi. Polivinilxlorid plastikatli qobiqqa ega kabellar namga, 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 11-jadvalda keltirilgan.

Plastmassa qobiqning qalinligi

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 izolyatsiyali kabelda moyga chidamli alanga tarqalmaydigan RShN – 2 navli rezina qo'llanilib, uning tarkibida 40% gacha kauchuk bo'ladi. Kabelning qobiq ostidagi diametriga bog'liq holda uning qalinligi 2,5 – 4,5 mmni tashkil etadi.

4.4. Kabel himoya qoplamalari

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 kontsentrik qatlamlar holida yotqiziladi.

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 o'rab yotqiziladi 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 qoplamalarida yostiqlalaridagi 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 yotqiziladi.

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 yotqiziladi.

Polivinilxlorid yoki polietilenli himoya shlangli kabel yostiqchasi qo'yidagicha ketma-ketlikda qoplangan: bitumli tarkib, qovushoq yelimlovchi 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 aluminiy qobig'i ustidan yotqiziladi va uni ham, kislota, ishqordan, hamda qo'rg'oshin yoki aluminiy yemirilishini keltirib chiqaradigan daydi toklardan himoya qiladi va mexanik ta'siridan muqayydi. 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 tashkil etadi. 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 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 himoya qoplamasidagi tasmasi zirx rux (45 – 60 mkm qalinlikda) bilan qoplanadi.

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

4.5. Tashqi qoplama

Tashqi qoplama – kabel himoya qoplamasining bir qismi bo'lib; zirxni korroziyadan saqlashga mo'ljallangan, u himoya 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 (bur, maydalangan va x.) 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 yelimlaydigan 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 yotqiziladi.

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 izolyatsiyasiga bog'liq holda qobig' yoki belbog' izolyatsiyasi 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 xossasi 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 yotqizishga 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 yotqiziladi va kabel to'qimali tashqi qoplamali, bitum qatlami va bo'r eritmasi ustma-ust qoplanadi.

Suv ostida yotqiziladigan 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.

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, aluminiy simli kabelda bosh harf – A keltiriladi.

Keyingi keltiriladigan harf izolyatsiya materialini ko'rsatadi. Qog'oz izolyatsiyasi, odatda, belgilanmaydi. Rezina izolyatsiyali kabel belgilanishi – R harfi, polietilen izolyatsiyali kabel belgilanishi – P harfi, polivinilxlorid plastikat izolyatsiyali kabel – V harfida belgilanadi. Kabel himoya qoplamalari nomlanishi 12 jadvalda keltirilgan.

Qobiq materialini ifodalaydigan harflar: A – aluminiy qobiqli, S – qo'rg'oshin, V – polivinilxlorid plastikati, N – nairit rezina qobiqlar. Namlari alohida izolyatsiyalanib 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.

12-jadval

Kabel himoya qoplamalari nomlanishi

Himoya qoplami nomlanishi	Konstruksiya qismi	
	Yostiqcha	Zirx
<i>BG</i>	Odatdagi (normal)	Ikki po‘lat tasmali
<i>BIG</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>P2IG</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.		
<i>B</i>	Odatdagi (normal)	Ikki po‘lat tasmali
<i>P</i>	-//- -//-	Ruxlangan yassi po‘lat simli
<i>K</i>	-//- -//-	Ruxlangan yumaloq po‘lat simli
<i>Bl</i>	Kuchaytirilgan	Ikki po‘lat tasmali
<i>Pl</i>	-//- -//-	Ruxlangan yumaloq po‘lat simli
<i>Kl</i>	-//- -//-	Ruxlangan yumaloq po‘lat simli
<i>B2l</i>	Juda kuchaytirilgan	Ikki po‘lat tasmali
<i>P2l</i>	-//- -//-	Ruxlangan yassi po‘lat shlangli
<i>Bv</i>	Polivinilxlorid shlangli	Ikki po‘lat tasmali
<i>Bp</i>	Polietilen shlangli	-//- -//-
<i>Kp</i>	-//- -//-	Ruxlangan yassi po‘lat simli
Yonmaydigan tashqi qoplamali		
<i>Bn</i>	Odatdagi (normal)	Ikki po‘lat tasmali
<i>Pn</i>	-//- -//-	Ruxlangan yassi po‘lat simli
<i>Bln</i>	Kuchaytirilgan	Ikki po‘lat tasmali
<i>Pln</i>	-//- -//-	Ruxlangan yassi po‘lat simli
<i>B2ln</i>	Juda kuchaytirilgan	Ikki po‘lat tasmali
<i>P2ln</i>	-//- -//-	Ruxlangan yassi po‘lat simli
Tashqi qoplama polietilen shlangli		

<i>BvShp</i> <i>PbShp</i>	Yostiqchasiz -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli
<i>BSHp</i> <i>PSHp</i>	Odatdagi (normal) -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli
<i>BSHp</i> <i>B2LSHp</i>	Kuchaytirilgan Juda kuchaytirilgan	Ikki po‘lat tasmali -//- -//-
<i>P2LSHp</i> <i>BpShp</i>	-//- -//- Polietilen shlangli	Ruxlangan yassi po‘lat simli Ikki po‘lat tasmali
<i>Shp</i>	Yostiqchasiz	Zirxsiz
Tashqi qoplamasi polivinilxlorid shlangli		
<i>BbShv</i> <i>PbShv</i>	Yostiqchasiz -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli
<i>BSHv</i> <i>PSHv</i>	Odatdagi (normal) -//- -//-	Ikki po‘lat tasmali Ruxlangan yassi po‘lat simli
<i>BSHv</i> <i>B2ASHv</i>	Kuchaytirilgan Juda kuchaytirilgan	Ikki po‘lat tasmali -//- -//-
<i>P2ASHv</i> <i>PLShv</i>	-//- -//- Kuchaytirilgan	Ruxlangan yassi po‘lat simli -//- -//-
<i>BvShv</i> <i>Shv</i>	Polivinilxlorid shlangli Yostiqchasiz	Ikki po‘lat tasmali Zirxsiz

Kabel belgilanishi oxirida keltirilgan *G* – harfi kabel konstruksiyasida zirx va tashqi himoya qoplamasi yo‘qligini bildiradi. Qavsda keltirilgan *G* – harfi esa aluminli qobiq to‘lqinsimonlini, *Shv* – aluminliyli qobiq ustida polivinilxlorid plastikatli shlang borligini, *T* – quvurda yotqizganda qo‘rg‘oshinli qobiq kuchaytirilganini ifodalaydi. Belgilanish oxiridagi *V* – harfi, vertikal holda yotqizishga mo‘ljallangan shimdiruvchi tarkib kamaytirilganini, belgilanishi boshida keltiriladigan *TS* – harfi kabel izolyatsiyasi oqmas tarkib (tserezin qo‘shilgan)da bajarilganini ifodalaydi. Belgilash quyidagi misollar bilan izohlanadi: Mis simi kesim yuzasi 95 mm² shimdirilgan qog‘oz izolyatsiyali, qo‘rg‘oshin qobiqli, po‘lat tasmada zirxlangan, tashqi himoya qoplama nominal kuchlanishi 10 kV SB 3 x 95 – 10.

5. KABEL GERMETIZATSIYALASH UCHLIGI, KABEL G'ALTAKLARI, KABEL QURILISH UZUNLIGI VA KAFOLAT VAQTI VA KABEL XIZMAT MUDDATLARI

5.1. 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 kappalar hisoblanadi. Ushbu kappada 206 – 11K yoki 153 – 10K turli qora rangli polietilen qo'llaniladi.

Kappa ichki yuzasiga adgeziv qoplanadi va u eruvchan yelimdan 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 13-jadvalda termik o'tiruvchan kabel uchligi keltirilgan.

13-jadval

Termik o'tiruvchan kabel uchligi

Kappa turi	Kabel ichki diametri, <i>mm</i>		O'tirguncha katta uzunligi <i>L, mm</i>	Katta devor qalinligi <i>h, mm</i>	Kabel tashqi diametri, <i>mm</i>
	O'tirguncha <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 tekkanzilmay biroz bo'shroq qolishi kerak. Kappa qizdirilishi o'rta qismidan boshlanishi va boshqa tomonlarga davom ettirilishi kerak.

5.2. Kabel g'altaklari

Kabel qurilish uzunligi bilan boshqa elektrotexnik jihozlardan 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;

$$L = \frac{\pi B}{4d_1} (D_2^2 - D_1^2) + M$$

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 14-jadvalda keltirilgan.

14-jadval

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 metall varaqda qoplanadi. Kabel g'altakka to'g'ri qator bilan zich o'raladi va g'altak g'ildiragiga mustahkamlanadi. Kabelli g'altak yog'och taxtalar bilan zich yoki oralatib o'raladi. G'ildirak ichida suv o'tmas xaltachada kabel elektr sinov hujjatlari joylanadi.

5.3. Kabel qurilish uzunligi

Kabel qurilish uzunligi davlat standarti yoki texnik shartda belgilanib, bir uzunlik birligidagi me'yorlangan kabel uzunligi keltiriladi. Kabel konstruksiyasi, simning kesim yuzasi, kabel kuchlanishiga bog'liq holda kabel qurilish uzunligi 200 dan 450 metrgacha, kichik o'lchamlarining uzunligi 50 – 100 mni tashkil etadi.

15-jadval

Qog'oz izolyatsiyali kabel qurilish uzunligi

Kabel kuchlanishi, kV	Sim koʻndalang kesim yuzasi, mm ²	Uzunligi, m		Uzunlik sonidan % katta boʻlmasligi kerak	Kam oʻlchamli 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		20	50
	95, 120	400			
	150 yuqori	350			

Qog'oz izolyatsiyali kabel qurilish uzunligi (GOST 18410–73) 15 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 yotqiziladigan kabellar qurilish uzunligi 400 m dan kam bo‘lmasligi kerak.

5.4. 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 eltib berilishi, saqlanishi, yotqizilishi, montaji va ekspluatatsiya buzilmagan holatda bajariladi. Kafolat vaqti kabel ekspluatatsiyasi boshlangandan hisoblanadi.

Kabel xizmat muddati deganda, uning ekspluatatsiya boshlanishidan chegaraviy holatga yetgan kalendar davomat vaqti olinadi, ya‘ni uni boshqa ekspluatatsiya qilish imkoniyati bo‘lmaydi. Xizmat muddati kabel sotib olingandan boshlab hisoblanib, transportirovka, saqlash, yotqizish, montaj va ekspluatatsiya shartlari buzilmagan bo‘lishi kerak. Kuchli kabel konstruksiyasiga qarab uning kafolat vaqti va kabel xizmat muddati quyidagi 16-jadvalda keltirilgan.

16-jadval

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 haqiqiy 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.

6. OCHIQ SIMLAR VA QUVVATLI KABELLAR

6.1. Havo uzatgichlari ochiq simlari

Ochiq izolyatsiyalanmagan simlar havo elektr uzatish yo'llari, nimstantsiyalarda elektr biriktiruv, elektrlashtirilgan transporti, antenna qurilmalari va h. qo'llaniladi. Ochiq simlar ichida keng tarqalgani aluminiy va po'lat-aluminiyli simlardir (GOST 6132-79). Ochiq misli sim faqat agressiv muhit (dengiz sohiliga yaqin, tuzli ko'l va kimyoviy zavodlar yaqinida) dagina ishlatilib, ular elektrlashgan transportni tok bilan ta'minlashda qo'llaniladi.

Bir jinsli materialdan tayyorlangan simning mexanik xossalari ushbu material xarakteristikalarini bilan aniqlanadi.

Po'lat-aluminiyli sim 2 qismdan: po'lat o'zakli va tashqi qismida qattiq alumin sim tolalaridan iborat bo'ladi. Cho'zilib kuchlanganlik ta'sirida simning po'lat va aluminiy qismlarida kuchlanganlik, ularning qayishqoqik moduliga proporsionaldir.

Aluminiy simi va po'lat o'zak kesim yuzalari nisbatini k_a da belgilasak, bu qiymat po'lat fizik-mexanik xossalari hisobga olganda 10 dan kam olinadi. Butun kuchlanish po'lat o'zakda qabul qilinishi $k_a = 3,5$ da bo'ladi. Po'lat-aluminiyli simlar tayyorlashda $k_a = 4,1 - 8,2$ oralig'ida tanlanadi.

Qattiq aluminiy simida chiziqli kengayish koeffitsienti $\alpha_a = 23 \cdot 10^{-6}$ $1/^\circ\text{C}$, po'latda $\alpha_p = 12 \cdot 10^{-6}$ $1/^\circ\text{C}$ ya'ni ikki marotaba kam. Shu sababli, sim o'ralish haroratidan yuqori haroratda po'lat o'zakda cho'zilish, aluminiy o'ramlarda siqilish kuchlanganliklari sodir bo'ladi.

Po'lat o'zak kesim yuzasi oshirilsa ($k_a < 6 - 6,3$) simning cho'zilishidagi mustahkamligi yuksaladi. Ba'zida, simlar parchalanganida po'lat o'zagi kesim yuzasini kamaytirish iqtisodiy samaradorlikka ega. Korroziyaga qarshi po'lat sim yuzasi ruxlanadi ($\Delta_R \approx 50 - 65$ mkm). Korroziyaga chidamlilikni oshirish uchun po'lat o'zak oraliqlari yoki yuzasi neytral issiqqa chidamli moy bilan qoplanadi. Ba'zi simda (ASK) moy ustidan PETF tasmasi o'ralib, u moy oqishiga yo'l qo'ymaydi.

Simlarni cho'zilishdagi mustahkamlik chegarasi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi (24):

$$P = b \sum p_a + C \sum p_p \quad (24)$$

bunda p_a – bir alumin simining uzilish kuchlanganligi;

p_p – bir po‘lat simining 1% cho‘zilishida kuchlanganligi;

b, s – sim ulanishlarini hisobga oladigan koeffitsient, turli holatda 0,92 – 1,0 oralig‘ida belgilanadi.

Mis va aluminiyli simlar statsionar yotqizilishda 1, 2 klasslarga bo‘linib, ularning kesimi yuzasi $S = 0,03$ dan 1000 mm^2 gacha, sim tolasining diametri 0,2 dan 17,3 mm gacha olinadi. 2 klassda sim tolalari 0,3 dan 3,24 mm gacha olinadi. Sim tolalari soni 1 dan 127 tagacha (1 klass) va 7 dan 127 tagacha (2 klass) qabul qilinadi. Mis sim tayyorlashda MM, MT turdagi mis (GOST 2112-79), AM, AT turdagi aluminiy (GOST 6132 – 79) qo‘llaniladi. Qo‘zgaluvchan yotqiziladigan simlar 3 – 6 klasslarda tayyorlanib, sim kesimi $0,03$ dan 500 mm^2 , sim tolasining diametri 0,33-1,6 mm soni 7 – 91 (3 klass), 0,1-0,85 mm soni 7 – 1083 (4 klass), 0,08-0,6 mm soni 7 – 2013 (5 klass), 0,05 – 0,3 mm soni 16 – 3360 (6 klass) oraliqlarida olinadi va misdan yasaladi.

Elektr stantsiyalari uchun g‘ovak yoki yassi mis hamda aluminiy simlari tayyorlanadi.

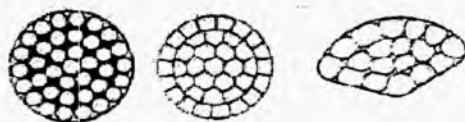
6.2. Kuchlanishi 1-10 kV li shimdirilgan qog‘oz izolyatsiyali

quvvatli kabellar

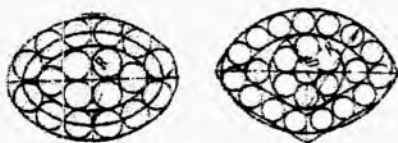
Quvvatli kabellarning tok o‘tkazgich simlari. Statsionar yotqiziladigan quvvatli kabellarning mis va aluminiyli tok o‘tkazuvchi simlari bir yoki ko‘p tolali yumaloq yoki sektor (segment) shaklli qilib tayyorlanadi. Sektorli simga ega kabel diametri yumaloq simligiga nisbatan 20 – 25% kam bo‘ladi, shu sababdan qobiq, himoya qoplamalariga ham kam material sarf bo‘ladi. Ko‘p tolali simlar zichlashtirilganda material tejaladi. 10-rasmda yumaloq va sektor shakldagi tok o‘tkazish simlarining shakllari keltirilgan.

Uch simli kabelda sektor simining burchagi 120° ga teng, to‘r simlisida burchak $94,5-100^\circ$ ga, nollisi esa $48-60^\circ$ ga teng bo‘ladi. Sektor va segment qirralari 1 mm dan ko‘p radiusga teng. 11-rasmda kabel tok o‘tkazish simlarini ko‘p simli kesim yuzalari keltirilgan.

Tok o'tkazuv simini tayyorlashda MM turli mis simi (GOST 2112-79), $8 < 70 \text{ mm}^2$ aluminiy simida AT turli aluminiy simi (GOST 6132-79) qo'llaniladi.

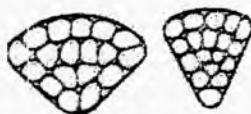


a) – zichlanmagan b) – zichlangan



a : $S \leq 25 - 70 \text{ mm}^2$

10- rasm. Yumaloq va sektor shakldagi tok o'tkazish simlarining shakllari



11- rasm. Sektor shaklli tok o'tkazish simlari.

Shakli bir simli aluminiy simlari AE, A6, A7, A8 turli aluminiydan (GOST 11069-74) tayyorlanadi. Ko'p tolali simlar to'g'ri o'rash sistemasida yasaliib, ustki qatlam-o'ng yo'nalishda o'raladi. Sim qatlamlarining o'ralish yo'nalishi almashtirib boriladi. Ko'p tolali sektor simlar zichlashtiriladi.

Tashqi o'ramdagi buralish qadami $(12,5 - 16) \cdot D$ ga teng bo'lib, bunda D – sim diametri sim o'raladigan g'altak ichki diametri $30 D$ ga yoki 30 karrali sektor simi balandligiga tengdir.

Simni qalaylash yoki payvandlash tolalarni taqab amalga (GOST 21931-76) oshiriladi.

6.3. Moy-kanifol tarkibda shimdirilgan 1 – 10 kV kuchlanishli quvvatli kabellar

Ushbu kuchlanishdagi quvvatli kabellar bir, ikki, uch, to'rt simli qilib (GOST 18410–73) tayyorlanadi.

Bir simli 1 kVli kabel alumin simli alumin yoki qo'rgoshin qobiqda va yana ikki sim tolasi o'rni nazorat simi joylashtirilgan (elektrlashtirilgan transportlar uchun) tuzilishda tayyorlanadi, sim kesim yuzasi 10 – 800 mm².

Ikki simli 1 kVli kabel sim kesim yuzasi 6 – 150 mm² qo'rg'oshinli qobiqda tayyorlanadi. Sim 6 – 16 mm² gacha yumaloq, 8>25 mm² da segment shaklli qilib tayyorlaniladi.

Uch simli kabel 1, 3, 6 va 10 kV o'zgaruvchan kuchlanishli sim kesimi 6-240 mm² qilib tayyorlanadi. Kabel simi 16 mm² gacha yumaloq, qolgani sektor shaklida ishlab chiqariladi. Uch simli kabel aluminiy yoki qo'rg'oshin qobiqli qilinadi. Misli sim 120 – 800 mm² kesim yuzaga ko'p tolali 8 = 25 – 95 mm² da bir yoki ko'p tolali, 8 = 6 – 16 mm² gacha faqat yaxlit bir tolali qilib tayyorlanadi.



12- rasm. Kabel kesim yuzalari.

Aluminiyli sim 300 – 800 mm² da ko'p tolali, 70 – 240 mm² da bir yoki ko'p tolali, S = 6 – 70 mm² da bir tolali qilib tayyorlanadi. To'rt simli kabel 1 kV gacha tayyorlanib, to'rtinchi sim, odatda, erlatuvchi sim vazifasini o'taydi va uning kesim yuzasi faza sim kesim yuzasidan kam (2 martagacha) olinadi.

Quyidagi 12-rasmda kabel kesim yuzalari 2 va 3 simli yumaloq hamda sektor shakllarida keltirilgan. Kabel izolyatsiyasi K – 80, K – 120, K – 170 navli (GOST 645–79) kabel qog‘ozi asosida tayyorlanadi.

Faza izolyatsiyasi qalinligi 1 kVda (0,75 – 0,95 mm), 3 kVda (1,35 mm), 6 kVda (2 – 2,35 mm), 10 kVda (2,75 – 3,4 mm), belbog‘ izolyatsiya qalinligi 1kV (0,5 – 0,6 mm), 3 kV (0,7 mm), 6 kV (0,95 – 1,15 mm), 10 kV (1,25 – 1,4 mm) teng olinadi. Faza oraliqlari sulfat yoki kabel qog‘ozi bilan to‘latiladi. Izolyatsiya qarshiligi $t = 20^{\circ}\text{C}$ da 1 – 3 kVli kabelda $R > 200 \text{ Om}\cdot\text{m}$ dan kam bo‘lmasligi kerak. Sinov muddati uch fazali kabelda 10 min, ikki fazalida – 15 min, bir fazalida – 20 min, sinov kuchlanishi 1, 3, 6, 10 kVli kabelda mos ravishda 3,5; 10; 16; 25 kV ga teng. Turi – AAGU, AASh_vU, AAB_LU, AAB_{2L}Sh_vU, AAP_LU, AAP_LGU, AAP_LSh_vU, AAP_{2L}U, AAB_LU, SGU, SBU, SB_NU, SBGU, SB_{2L}GU, SB_LU, SB_{2L}U, SPU, SPGU, SP_{2L}GU, SP_LU, SK_LU, SSh_{sh}U, SBS_hvU, SB_{2L}Sh_vU, SPS_hvU

6.4. Kuchlanishi 20 va 35 kV li quvvatli kabellar

Bu kabellarda radial elektr maydon hosil qilinib, sim izolyatsiyasi ustidan ekran va metalli qobiq yotqiziladi. Kuchlanishi 20 kV kabel birsimli kesim yuzasi 25 – 400 mm², uchsimli alohida metall qobiqli kesim yuzasi 25 – 185 mm² qilib tayyorlanadi. Kuchlanishi 35 kV bir simli kabel sim kesim yuzasi 120 – 300 mm² va uch simli alohida metall qobiqli kabel sim kesim yuzasi 120 va 150 mm² olinadi.

Yumaloq aluminli va misli simga ekran yotqizilib, so‘ngra izolyatsiya, ekran va qo‘rg‘oshinli qobiq yotqiziladi. Ular turli hil himoya qoplamiga ega. Izolyatsiya qalinligi 20 kV li kabelda 6 – 7 mm, 35 kVli kabelda 9 mmga teng bo‘lib, sinov muddati 20 daq.

Kabelni vertikal holatda qo‘llash uchun uning izolyatsiyasi oqmaydigan tarkib bilan shimdirilgan bo‘lishi kerak.

Quvvatli kabel belgilanishida birinchi harf tok o‘tkazuvchi sim *A* – aluminliy (mis sim belgilanmaydi), ikkinchi harf izolyatsiyani ifodalaydi: *P* – polietilen, *V* – polivinilxlorid plastikati, *R* – rezina va h. *K* (qog‘oz izolyatsiya – belgilanmaydi) uchinchisi – qobiq materialini: *A* – aluminliy, *S* – qo‘rg‘oshinli, *Sh_v* – polivinilxlorid plastikati shlangli. Turi 20 kV- AAGU, AASh_vU, OABIU, ASGU, AAGU, AASh_vU, AAShpU, AOABIU,

ASGU. 35 kV— AAGU, AOSBIU, AOSBIGU, AOSBInU, AOSKIU, OABIU, OAB2IU, OABIShvU, OSBIU, OSBIGU, OSBInU, OSKIU;

Kabel oqmaydigan tarkibda shimdirilgan bo'lsa birinchi raqam TS bilan belgilanadi (TS— tserezin tarkib asosiy tashkil etuvchisidan biri). Bunday kabellar shaxtalarda vertikal holatda yotqizilgan yerlarda qo'llaniladi. Kuchlanishi 6 kV li kabel faza izolyatsiya qalinligi 2,35 mm, belbog' izolyatsiya qalinligi 1,15 mm, kuchlanishi 10 kV li kabelda esa izolyatsiya qalinligi mos ravishda 3,4 mm va 1,4 mm, kuchlanishi 35 kV li kabelda izolyatsiya qalinligi 12 mm ga teng olinadi.

Turi: TSAABLU, TSAAShvU, TSAABvU, TSAABvGU, TSAABIGU, TSAAPIU, TSAAShvU, TSAABIU, TSAABShvU, TSAABvU, TSAABIGU, TSAAPIU, TSAAPLGU, TSAAShvU — 20 kV .

Turi: TSASBU, TSASBIU, TSASBGU, TSASShvU, TSASBShvU, TSASPU, TSASPGU, TSASKIU, TSASBU, TSASBIU, TSASBGU, TSASShvU, TSASPU, TSASIGU, STASKIU — 35 kV.

7. MOY, GAZ TO'LATILGAN YUQORI KUCHLANISHLI KABELLAR

7.1. Yuqori kuchlanishli moy to'latilgan kabel turlari

Tarkibi moy kanifoli shimdirilgan qog'oz izolyatsiyali 35 kV dan yuqori kuchlanishli kabelni tayyorlash izolyatsiyada havo va gaz bo'shliqlari mavjudligi uchun ham tayyorlab bo'lmaydi. Ushbu bo'shliqlarda elektr maydon ta'sirida ionizatsiya sodir bo'lishi natijasida izolyatsiya qiziydi. Bu izolyatsiyada moyli izolyatsiya eskirishini keltirib chiqarib, uni elektr mustahkamligini pasaytirib yuboradi. Qizish natijasida kabelning barcha qismlari va shimdiruvchi tarkib hajmi kengayadi. Sovish natijasida esa kabel qobig'i va kabelning qog'oz izolyatsiyasi qoldiq deformatsiya sababli o'zining eski holatini egallay olmaydi hamda ushbu tarkibni o'z joyiga qaytishi kerakli bosim sodir etmaydi. Natijada takroriy qizish va sovisht natijasida qobiq yaqinidagi bo'shliq asta-sekin sim tomonga siljiy boshlaydi, ya'ni kabel izolyatsiyasining katta elektr maydon kuchlanganlik bo'lgan tomonga yaqinlashadi. Bir yo'la gaz bo'shliqlarining hajmi orta boradi.

Qog'oz izolyatsiyali kabel elektr mustahkamligini oshirish uchun, kabeldagi havo va gaz bo'shliqlarini bartaraf etish yoki izolyatsiyada bosim oshirish orqali erishish mumkin.

Moy to'latilgan kabellarda gaz bo'shliqlari sodir bo'lmaydi. Kabel tayyorlanishida qog'oz izolyatsiyani shimdirish uchun past qovishqoqli gazsizlangan moy qo'llanilib shimdirish va quritish texnologiyasi havo hamda gaz bo'shliqlarini sodir etmasligi kerak. Montaj va ekspluatatsiya mobaynida kabel izolyatsiyasida moy ma'lum bosim ostida bo'ladi va avtomatik ravishda u ma'lum oraliqda ushlab turilishi natijasida kabel izolyatsiyasida eslatib o'tilgan bo'shliqlar vujudga kelmaydi

Kabeldagi moy bosimi, tarmoq uzra o'rnatilgan bosimli idishlarda ushlab turiladi. Ushbu baklar kabel qiziganida oshiqcha moyni qabul qilib, sovush natijasida esa moyni kabel moy o'tkazuvchi kanali va izolyatsiyasiga beradi.

Hozirgi paytda asosan quyidagi turdagi kabellar qo'llanilmoqda.

1. Moy bosimi $0,25 \text{ MPa}$ (taxminiy $2,5 \text{ kg/m}^2$) gacha uzoq muddatda ishlaydigan past bosimli kabel;

2. Moy bosimi $1,08 - 1,57 \text{ MPa}$ (16 kg/m^2) gacha bo'lgan po'lat quvurlarda yotqiziladigan yuqori bosimli kabellar.

17-jadval

Past va yuqori bosimli moy to'latilgan kabel turlari

Turi	Konstruksiya qismlari	Qo'llanish sohasi
1	2	3
MNASH _v	Aluminiy qobiqli PVX shlangli past bosimli moy to'latilgan kabel	Bino kanallari va tunellarida
MNASH _{VU}	Yuqoridagidek, shlang osti kuchaytirilgan himoya qatlamli	Yerda (transheyada, agar kabel tortilmasa va mexanik shikastlanishdan himoyalangan bo'lsa
MNA _G Sh _v	MNASH _v turdagidek, to'liqsimon aluminiy qobiqli	MNASH _v turdagi kabeldagidek
MNA _G Sh _{VU}	MNASH _{VU} turdagidek, to'liqsimon aluminiy qobiqli	MNASH _{VU} turdagi kabeldagidek

MNS	Past bosimli qo'rg'oshin qobiqli kuchaytirilgan va himoya qoplamali moy to'latilgan kabel	Bino kanallari va tunellarida
MNSA	Yuqoridagidek bitum himoya qoplamali, polietilenterefalat (yoki shisha to'qimali)	Yerda (transheyada), agar kabel tortilmasa va mexanik shikastlanishdan himoya qilingan bo'lsa
MNSSh _v	Yuqoridagidek, PVX mustahkamlash qoplamali	Yuqoridagidek, hamda bino kanallari va inshootlarda
MNSK	Yuqoridagidek mustahkamlash qoplamali, yostiqchali yumaloq ruxlangan simli va qoplamali	Quvurda yotqizilgan moy to'ldirilgan yuqori bosimli
MVDT	Quvurda yotqizilganmoy to'latilgan yuqori bosimli	Tunnelda, yerda va suv ostida
MVDT _K	Moyli konteynerda yuqori bosimli, moy to'latilgan kabelda	Yuqoridagidek

Moy to'latilgan kabellar yuqori elektr va mexanik mustahkamlikka ega bo'lganligi bilan farqlanadi. Markaziy moy o'tkazuvchi sim kanaliga ega past bosimli kabellar 110, 150 va 220 kV kuchlanishli, yuqori bosimli kabellar esa 110, 220, 330, 380 va 500 kV kuchlanishli qilib tayyorlanadilar. Past va yuqori bosimli moy to'latilgan kabel turlari quyidagi 17-jadvalda keltirilgan.

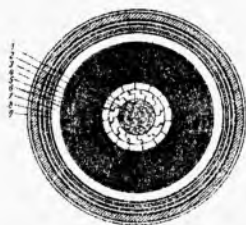
7.2. Kabel konstruksiyasi va xarakteristiklari

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 mm²li kabellar qo'rg'oshin qobiqli bo'lib, GOST 16441–78ga asosan tayyorlanadi, ular agressiv tuproqli erlarda, suv xavzalarida, xamda cho'zilish kuchi yo'q joylarda yotqaziladi. MNSK turdagi kabel xarakteristiklari quyidagi 18-jadvalda keltirilgan.

MNSK turdagi kabel xarakteristikallari

Tok o'tkazuvchi sim, mm		Izolyatsiya qalinligi, mm	Qo'rg'oshinli qobiq		Kabel tashqi diametri mm	Kabel massasi kg km	Kabel-dagi moy miqdori mm	G'altak-dagi kabel uzunligi, m
Kesim yuzasi, mm	Diametri, mm		Qalinligi, mm	Diametri, mm				
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

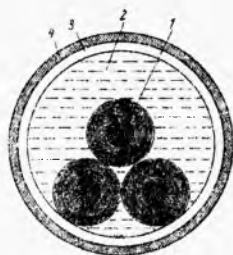
Kuchlanishi 110 kV li past bosimli kabel konstruksiyasi 13-rasmda, yuqori bosimli po'lat quvurda yotqiziladigankabel konstruksiyasi 14-rasmda keltirilgan.



13- rasm. Past bosimdagi moy to'ldirilgan kabel

1 – moy aylanadigan kanal; 2 – Z-shakldagi tok o'tqazish simi; 3 – segment shakldagi sim; 4 – qog'oz izolyatsiya 0,08 mm; 5 – qog'oz izolyatsiya 0,12 mm; 6 – qog'oz

yarim o'tkazgich ekran; 7 – qo'rgoshinli qobiq; 8 – mustahkamlash 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 – yemirilishdan saqlash qoplamasi.

Aluminiyli qobiqli (110 kV) moy to'latilgan kabel turi 19-jadvalda keltirilgan.

19-jadval

Aluminiy 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

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

Sim kesim yuzasi, mm^2	Tasma qalinligi, mm, izolyatsiya qalinligi					
	0,08		0,12		0,17	
	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	

Kabelning 800 mm^2 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 qiladi. Simchalar yon qismi tirqishga ega bo'lib, u yerdan kanaldagi moy izolyatsiyaga qarab, yoki aksincha, sirqishi mumkin. Kesim yuzasi 150, 185 mm^2 li sim bir qatlamli, kesim yuzasi 240, 270, 300 va 400 mm^2 li sim ikki qatlamli, 500 va 625 mm^2 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 qilinishi mumkin, ustidan esa yumaloq simlar buralib yotqiziladi. 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.

Shimdirilgan qog'oz izolyatsiyali kabellar ruxsat etish toki

Tok o'tkazuv simining namligining kesim yuzasi mm^2	Bir sekundli kabellar ruxsat etish toki			
	1 – 6 kV		10 kV	
	Misli sim	Aluminiyli sim	Misli sim	Aluminiyli 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

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

**Yuklanish tokining atrof-muhit temperaturasiga bog'liqligini hisoblaydigan,
tuzatuv koeffitsienti**

Kabel	Atrof-muhit temperaturasiga bog'liq koeffitsient qiymati										
Kuchlanish kV	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50
	Havoda yotqizilganda										
1 – 6	1,2	1,17	1,13	1,09	1,07	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,74
10	1,24	1,2	1,5	1,11	1,05	1	0,94	0,88	0,81	0,74	0,67
	Yerda yotqizilganda										
1 – 6	1,11	1,08	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,85	0,78	0,73	0,68
10	1,13	1,09	1,04	1	0,95	0,9	0,85	0,8	0,74	0,67	0,6

Sim yuzasidagi ekran konstruksiyasi quyidagicha: KP – 080 turdagi qalinligi 0,08 mmli 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.

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

Kabel izolyatsiyasida 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 yotqizilib MN – 3 yoki MN – 4 kam qovushoq mineral moy bilan shimdiriladi. Sim yuzasiga odatda yupqaroq tasma qoplanib, u yuqori elektr mustahkamligiga ega. Izolyatsiya tasmalari 0,5 – 2 mm oraliqli qilib o'raladi va bunda tasmaning 1/3 qismi qoplanishi kerak. Izolyatsiyada qo'llaniladigan kabel qog'ozining elektr mustahkamligi 23-jadvalda quyidagicha. Izolyatsiya qalinligining hisobi chastotasi 50 Hz o'zgaruvchan tokli kuchlanish va impuls kuchlanishlar bo'yicha aniqlanadi. Bunda aniqlangan katta izolyatsiya qalinlik qiymati qabul qilinadi. Turli kesim yuza uchun 110 kVli past bosimli kabelning izolyatsiya qalinliklari 11,0 –

9,6 mmga teng bo'lib, maksimal elektr maydon kuchlanganligi 8,0 kV/mm dan ortmasligi kerak.

Izolyatsiyani turli kimyoviy moddalar hamda nam ta'siridan muhofaza qilish, uni mexanik shikastlanishdan saqlash bosim ostida ishlashini ta'minlash maqsadida qoplama yotqiziladi. Past bosimli moy to'latilgan kabel qo'rg'oshin yoki aluminiy (tekis yoki to'liqinli) qobiqli tayyorlanadi. Qo'rg'oshinli qobiq qalinligi 3,0 – 3,6 mm, aluminiylik 1,9 – 2,2 mm qilib olinadi.

23-jadval

Izolyatsiyada qo'llaniladigan kabel qog'ozining elektr mustahkamligi

Qog'oz turi	Elektr mustahkamlik kV / mm	
	O'zgaruvchan 50 Hz	Impulsi
KVU, KVMU	32,7	123
KVM, KVS, KVMS	30,5	91

Qo'rg'oshin qobiq ustidan mustahkamlovchi ikki mis tasmasi (o'lchami 28x0,2 mm) 2 – 5 mm tirqishli qilib o'tkazilib, qobiq va tasmlar orasida ikki PVX tasmasi qoplanadi. Metal qobiqlarni korroziyadan himoya qilish uchun himoya qoplamasi beriladi. U, asosan, yostiqla, zirx va tushqi 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 100 – 700 mm², 300 kV 400 – 700 mm², 500 kV 550 – 700 mm² qilib olinadi. Kabel konstruksiya o'lchamlari quyidagi 24-jadvalda keltirilgan.

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, izolyatsiya bo'yicha radiol elektr maydoni shakllantirib beradi.

Izolyatsiya ustidan beriladigan ekran misli tasma ichki yuzasidagi notekislikni tekislaydi, izolyatsiya va mis tasma oralig'idagi moy qatlamini bartaraf etadi, izolyatsiya bo'yicha radiol elektr maydon hosil qiladi.

Sim ustidan ekran qalinligi 0,08 mmli 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.

Izolyatsiya ustidagi ekran bitta ikki rangli qog'oz, bitta qalinligi 0,12 mm chala o'tkazuvchi tasma (110 – 220 kV kabel uchun) yoki uchta shunday tasma 330 – 500 kVli kabel uchun, bir chala o'tkazgichli metallashtirilgan qalinligi 0,14 mmli teshilgan tasma yotqiziladi. Kabel izolyatsiyasi turli qalinlik va zichlikka ega qog'ozdan tashkil topib 0,08 va 0,12 mmli qog'oz 110 kVli kabellarda, 0,08; 0,12; 0,17 mm qalinlikdagilari esa 220 – 500 kVli kabellarda qo'llaniladi.

Tasma o'ram usulida yotqizilib, S – 220 moyi shimdiriladi. Simga yaqin izolyatsiyada eng yupqa qog'oz tasmalari qo'llanilib, qalinlari pog'onama-pog'ona oshirib boriladi. Izolyatsiya tasmalari 0,5 – 2,0 oralikli qilib yotqizilib qoplanish tasmani 1/3 qismini tashkil etadi.

Izolyatsiya qalinligi hisobida o'zgaruvchan kuchlanish bo'yicha 110 – 220 kVli kabellarda maksimal elektr maydon kuchlanganligi $8,0 \div 9,0$ mv/m, 330 – 500 kVli kabellarda esa u 15,0 mv/m olinadi.

Izolyatsiya ekrani ustni qismiga ikki yarim doira shakli nomagnit sirpanuvchan sim (misli kalaylangan sim) 2,5x5,0 mm yotqizilib, u kabelni quvurga tortib kiritiyotganda izolyatsiyani shikastlanishidan saqlaydi. Simlar kabel fazalari oralig'ida tirqish hosil qilib, moy aylanishi natijasida kabel sovutiladi.

Transportirovka paytida izolyatsiyani namlanishidan saqlash uchun sirpanuvchi sim ustidan vaqtincha qo'rg'oshinli qobiq yotqizilib, 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, izolyatsiyasi shimdiriladi va bosim ostidagi moyda sinalib, kabel tarmog'i quvurga yotqiziladi.

Kabel konstruksiya o'lchamlari

Kuchlanish kV	Sim kesim yuzasi mm ²	Sim diametri mm	Izolyatsiya qalinligi mm	Sirg'anish 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	48,2	55,5	10073
110	270	21,4	10,5	49,2	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

7.3. Gaz to'latilgan kabellar

Bunday kabellarga quruq va toza gaz bosim ostida izolyatsiyaga kiritiladi yoki izolyatsiyaga membrana orqali ta'sir ko'rsatadi. Gaz to'latilgan kabellar past, o'rta va yuqori (0,15 – 0,20; 0,3 – 0,6; 1,2 – 1,5 MPa) bosimlarga bo'linadi. Izolyatsiya sifatida qog'ozdan tashqari aralash: qog'oz-sintetik, pardali dielektrik qo'llanilishi ham mumkin.

Asosiy izolyatsiyasi elegazli kabellar keng qo'llanilmoqda. Diametri 120 – 250 mmli tok o'tkazuv simi zanglamaydigan po'latli yoki ichki

diametri 332 – 445 mm aluminiyli quvur o‘rtasida chinni yoki epoksidli izolyatsiyalarda o‘rnatiladi. Elegaz bosimi 0.3 – 0,5 MPa ni tashkil etadi.

7.4. O‘zgarmas tokli kabellar

Ushbu kabellar orqali uzoq masofalarga elektr energiyasi uzatiladi. O‘zgaruvchi tok kabelidek bunda sig‘im tokining qo‘shimcha isrofi va kabel metalli qismidagi isrof kuzatilmaydi (25). Haqiqatan o‘zgaruvchan tokda sig‘im toki:

$$I_s = V\omega SI \quad (25)$$

bu erda S – kabel sig‘imi, F/km ;

V – faza kuchlanishi, V ;

ω – burchak chastotasi, $1/s$;

I_s – kabel tarmog‘ining uzunligi, km .

Shimdirilgan qog‘oz izolyatsiyasi elektr maydon kuchlanganligi yaxshi taqsimlanganligi sababli yengil sharoitda ishlaydi va kamroq ionizatsiya jarayoni jadalliligi ta‘siriga chalinadi. Shu sababli, o‘zgarmas tokda kabel izolyatsiyasi elektr mustahkamligi yuqoriroq bo‘ladi. Kuchlanish 200 kV o‘zgarmas tokli kabel izolyatsiya qalinligi 12 – 14 mm olinadi.

7.5. Chuqur sovitiladigan (kriogen) kabellar

Chuqur sovitiladigan kabel tok o‘tkazuvchi simlari $V - 77$ K (suyuq geliy, vodorod va azot haroratlari) oralig‘ida ishlaydi. Bunday haroratda mis va aluminiyning elektr qarshiligi keskin pasayadi. Elektr qarshiligining keskin pasayishi juda toza metallarda kuzatiladi. Masalan, yuqori tozalikdagi aluminiy ($\geq 99,99\%$) elektr qarshiligi 20 K da $20^\circ C$ dagiga nisbatan 500 marotaba kamayadi chuqur sovutiladigan kabel quvursimon bo‘limli yoki egiluvchan qilib tayyorlanib, quvur uzunligi 12-18 m bo‘lib, ulanish joylari silfonda birlashtiriladi.

Kabeldan issiqlikni yaxshi chiqarib yuborish uchun kabel uzra kriogen suyuqlik yaxshi aylanishi kerak, suyuqlikni qaynashiga esa yo‘l qo‘yib bo‘lmaydi (azot qaynashi 100 K), aks holda izolyatsiya sifati pasayib, suyuqlik oqimi notekis bo‘lishi mumkin. Uzlaksiz sovutish uchun suyuqlik refrejerator uskunasi o‘tib kabelga kirishi kerak.

O'ta o'tkazuvchan kabel to'rt kontsentrik joylashtirilgan quvurdan iborat bo'lib, quvur o'rtasida tok o'tkazuvchi sim joylashtirilib, bu sim geliy bilan sovutiladi. Qolgan ustki quvurlar o'zaro izolyatsiyalanib (vakuum, suyuq azot, vakuum). Niobiy zarvaraq simli o'ta o'tkazuvchan kabel sovutilishi uch bosqichda-suyuq azot, vodorod va geliy amalga oshiriladi. Bu suyuqliklar halqali kanallar orqali o'tadi va kanallar kabel o'qiga nisbatan turli masofalarda joylashgan.

O'ta o'tkazuvchan kabellar boshqa qotishma Nb – Zr Nb – Ti Nb₃Sn lar asosida ham tayyorlanadi. O'tkazgich materiali sifatida natriy ham qo'llanilib, uning narxi aluminiydan 2,3 marotaba, misdan 6,8 marotaba kam. Natriy havoda kimyoviy aktiv metall bo'lgani uchun uni namdan yaxshi muhofaza qilinishi kerak.

8. PLASTMASSA VA REZINA IZOLYATSIYALI KABELLAR

8.1. 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 25-jadvalda keltirilgan.

25-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 – 240	10 – 240
AVVG,APVG,AP _s ,VG AP _v VG	1,2,3,4	2,5 – 50	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	5	–	1,5 – 25	–
AVVG,APVG,AP _s VG,AP _v VG	5	2,5 – 50	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.

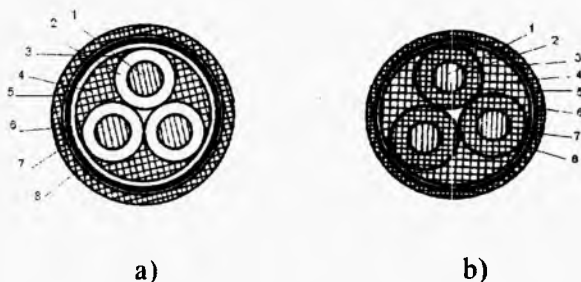
26-jadval

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 korxonalari tarmoqlarida ham qo'llanilishi mumkin. S – qishloq xo'jaligida ishlatiladigan kabellar.

Ushbu kabellarning barcha texnik xarakteristikalari va ularning ekspluatatsiya xossalari GOST 24183–90 da aniqlangan. Kabel konstruksiyasi AVVG, APVG, AP_sVT kabel konstruksiyasiga o'xshash bo'lib, 15 – 16 rasmlarda kabel kesim yuzalari keltirilgan.



15- rasm. AVVG turli kuchli kabel konstruksiyasi:

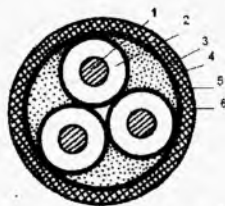
a) kuchlanishi 1 kV, b) kuchlanishi 6 kV; 1 — yaxlit aluminli tok o'tkazuvchi sim; 2 — polivinilxlorid plastikali izolyatsiya; 3 — mustahkamlash tasmasi; 4 — to'ldirgich; 5 — helbog' izolyatsiya; 6 — rezina to'qimali elektr o'tkazuvchi tasmali elektr o'tkazuvchan ekran; 7 — ikki mis yoki aluminli ekran; 8- polivinilxlorid plastikali qobiq.

Kuchlanishi 10 va 35 kVli kabellar. Ushbu kuchlanishning eng takomillashgan kabellariga tok o'tkazgich simi bittali, izolyatsiyasi vulkanlangan polietilenli, aluminliy simli AP_VV , AP_VP_s va mis simli P_VV , P_VP , P_VP_s kabellari kiradi.

Kabel konstruksiyasi 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 plastikadan iborat. Aluminliy tok o'tkazgichli sim ko'pincha bir simli, kesim yuzasi $95 - 120 \text{ mm}^2$ mis simi bir simli, kesim yuzasi $150 - 240 \text{ mm}^2$ simi ko'p tolali zichlangan qilib 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 $70 - 240 \text{ mm}^2$ bo'lgan kabel tashqi diametri yumaloq sim kesim yuzali kabel diametridan 8,5% kam. Kabel massasi 6,5% kam. Kesim yuzasi $25 - 50 \text{ mm}^2$ kabellar simlari ham yumaloq, ham sektor shaklli qilib tayyorlanib, ko'pchilik kabellar yumaloq simli holda ishlab chiqariladi.



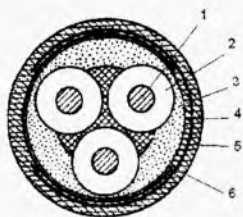
16- rasm. Kabel turi AVB₆Sh₇ li kuchli kabel konstruksiyasi.

1 — aluminli tok o'tkazuvchi sim; 2 — polivinilxlorid plastikali izolyatsiya; 3 — polivinilxlorid tasmasimon belbog' izolyatsiya; 4 — ikki po'lat tasmali zirx; 5 — polivinilxlorid plastikali ekran; 6 — polivinilxlorid plastikali qobiq.

Kabel metalli ekrani mis yoki alumin tasmasidan ishlab chiqarilgan, o'ralish paytida o'z-o'zini qoplagan holda tayyorlanadi, gofrlangan tasmalar esa bo'ylanmasiga o'tkaziladi. Hozirgi 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 konstruksiyasining izolyatsiyasi vulkanlangan polietilendan uchta bir simli, umumiy o'zakka o'ralgan holatda tayyorlanadi. Kimyoviy aktiv va portlashga havfli muhit kabellari, portlashga havfli barcha klassli zonalarning kimyoviy aktiv muhitda metall konstruksiyalari beton, g'isht va boshqa qurilish asoslaridan o'tkazish uchun maxsus konstruksiyasi kuchaytirilgan VBV va AVBV kabellari ishlab chiqarilgan. 17-rasmda VBV turdagi kuchli kabel konstruksiyasi keltirilgan. Kabellar 0,66 kV o'zgaruvchan kuchlanishli mis yoki aluminiy simli qilib tayyorlanadi va 27-jadvalda kabel turlari keltirilgan.

Ushbu kabellar izolyatsiyasi polivinilxlorid plastikatini ikki po'lat tasmada zirxlangan va polivinilxlorid shlangga ega. Kabelning shakllangan polivinilxlorid plastikali 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 fazalararo to'ldirgich vazifasini o'taydi.



17 - rasm. VBV turdagi kuchli kabel konstruksiyasi.

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.

27-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 3,4	1,5 — 50 1,5 — 95	To'rtsim kabel asosiy sim 1,5 — 16 mm^2 da nolli bilan bir xil kesim yuzali
AVBV	2 3,4	2,5 — 50 2,5 — 120	35 — 120 mm^2 simli kesimda nolli sim kesim yuzasi-asosiyning 50%dan kam bo'lmashligi kerak

28-jadval

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

Sim soni va kesim yuzasi mm^2	Tashqi diametri, mm		Massasi kg/km	
	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,Sh, turli ruxlangan po'lat tasmali himoya qobig'i yotqizilgan. Ushbu kabel konstruksiyasi kabelga ta'sir etuvchi turli hil mexanik ta'sirda qisqa tutashuv sodir bo'lish ehtimoliligini kamaytirib, barcha klassli portlashga xavfli zonalarda uni qo'llash imkoniyatini beradi.

29-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 _s VV 1 kV	AVEV 6 kV	A _s VV 10 kV	A _s VV 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

Rezina izolyatsiyali kuchlanishi 660 Vli kabel diametri va massasi

Sim soni va kesim yuzasi mm ²	Diametr, mm		Kabel massasi, kg/km					
	VRG,AVRG NRG,ANRG	SDG PSRP	VRG	AVRG	NRG	ANRG	SRG	ASRG
3x25	26,5	23,6	1246	768	1303	825	1884	1423
3x35	29,1	26,4	1595	929	1658	992	2414	1738
3x50	34,4	30,9	2252	1297	2341	1386	3257	2315
3x70	37,8	34,3	2954	1588	3023	1687	4039	2722
3x95	42,6	39,6	3829	2021	3941	2133	5473	3690
3x120	46,0	45,0	4666	2372	4787	2493	6452	4189
3x150	52,3	47,5	5916	3066	6098	3248	7843	5033
3x185	58,9	52,1	7171	3651	7371	3851	9250	5817
3x240	63,9	58,2	8190	4310	8105	4520	—	6920
3x300	68,7	—	—	5105	—	5832	—	—

8.2. 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 taqsimlashga 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 chiqarilayotgan polietilen izolyatsiyali bu kabellar o'rta (10 – 35 kV) va yuqori (110 – 220 kV) kuchlanishlarga mo'ljallab ishlab chiqarilib, yirik va o'rta sanoati rivojlangan shaharlarda qo'llaniladi. Plastmassa izolyatsiyali kabellar 70-yildan boshlab o'rta va yuqori kuchlanishli qog'oz izolyatsiyali kabellarni almashtirishda qo'llanilmoqda. Tikilgan polietilen izolyatsiyali kabellar o'zining yaxshi dielektrik xossalari va yuqori termik chidamliligi jihatidan boshqalardan ajralib turadi. Yuqori termik va mexanik xossa oddiy polietilenga yangicha molekulyar bog'lanish berish orqali erishiladi. Bu jarayon vulkanlash-

kimyoviy hamda radiatsion tikish usullari orqali amalga oshiriladi. Molekulyar bog‘lanishni tikish materialariga elastik-rezinasi hossa berib yumshash temperaturasi ko‘taradi, hamda materialga yuqori dielektrik xossa beradi. Izolyatsiya materiali shu orqali katta ishchi temperatura oralig‘ida ishlatish imkoniyatini yaratadi. Shu bilan birga kam mustahkamlik, yengillik, konstruksiyasini va ekspluatatsiya xarakteristikalarini birmuncha yaxshilaydi. Tikilgan polietilen izolyatsiyali kabel AQSh, Kanadada 85%, Gyermaniyada va Daniyada 95%, Frantsiya va Shvetsiyada 100% ni tashkil etadi.

Tikilgan polietilen izolyatsiyali kabel belgilanishi qo‘yidagicha: sim materiali-mis simli bo‘lsa belgilanmaydi, aluminiyli bo‘lsa A harfi bo‘ladi. Izolyatsiya materiali – P_v (vulkanlangan polietilen), zirx – B (ikkita po‘lat tasmali), K_a (yumaloq alumin simli), P_a (shakllangan alumin simli). Qobiq – P (polietilen), P_u (qobig‘i kuchaytirilgan polietilenli), V (polivinilxloridli plastik), $V_n G$ (yonmaydigan PVX plastikli), G (ekrani bo‘ylamasiga suvda kengayadigan tasmali), $2G$ (aylanasiga aluminiy tasmada zichlangan, bo‘ylamasiga 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 xarakteristikalari 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 tqd –	0,001
Yotqizilishdagi sathlar 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 haroratda kabelni yotqizish imkoniyatiga ega.

Nominal kuchlanishi 10kV bir simli kabellar $P_V P(P_V P_U)$ $AP_V P$ ($AP_V P_U$), $P_V V(P_V V_{ng})$, $AP_V V(AP_V V_{ng})$ 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 hamda yong'inga qarshi chora ko'rilgan havo sharoitlarida yotqizishga mo'ljallangan. 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 quruq yerlarda yotqiziladi. Oxirgi ikki turdagi kabellar yana guruhli yotqizishda ham qo'llaniladi.

Ko'p tolali aluminiy simli kabellarga yuklanadigan kuchlanish 30 N/mm² dan, birsimligida 25 N/mm², mis simli kabellarga yuklanadigan kuchlanish esa 50 N/mm² dan ortmasligi kerak.

Mis va aluminiy simli kuchlanish 10 kV kabel kesim yuzalariga nasbatan davomatli ruxsat toklari, kabel yerda yotqizilgan holatida quyidagi 31-jadvalda keltirilgan.

31-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 32-jadvalda keltirilgan.

32-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 quyidagi 33-jadvalda keltirilgan ($U_n \approx 10 \text{ kV}$)

33-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 quyidagi 34 jadvalda keltirilgan.

34-jadval

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 36-jadvalda keltirilgan.

35-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

36-jadval

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 37-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	26,0	25,0	25,0
Izolyatsiya qalinligi	4,0	4,0	4,0
Kabel diametri mm	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 afzalliklarga ega.

– kabel simi ruxsat temperaturasi yuqoriligi hisobiga katta o'tkazuvchanlik xususiyati:

– qisqa tutashuvda yuqori termik bardoshlik tokiga.

– kam og'irlikka, kichik diametrga hamda kabel qurilmalarida yotqizilish osonligiga:

– moy oqmaslik va sath farqining ta'sir etmasligi.

– shikastlanganda tezda ta'mirlanish va boshqa afzalliklarga ega.

9. KABEL TURLARI

9.1. Egiluvchan shaxta kabellari

Quvvatli ko'mir ishlab chiqarish 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'rinishdagi 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 dispetchyerlik ta'minotiga mo'ljallangan 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 mmli 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.

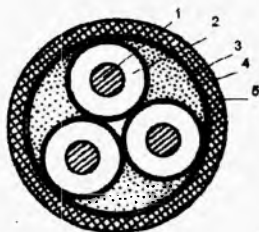
Ximoya qoplama konstruksiyasi kabelga etarli egiluvchanlik beradi. Bu zaruriyat kabelni ekspluatatsiya davrida vaqti-vaqti bilan siljitish natijasida talab etiladi. Ekspluatatsiya mobaynida kabel 400 marotoqba istagan tekislikda o'z o'qchi atrofida egilishi kerak. Konstruksiya 120 KN ezilish kuchlanganligi izolyatsiyasi teshilmasdan ushlay olishi kerak.

9.2. 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 chiqarilgan.

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

polietilentereftalat 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 tashkil 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 konstruksiyasi 18-rasmda keltirilgan.



18- rasm. PVGE aralash kabel konstruksiyasi.

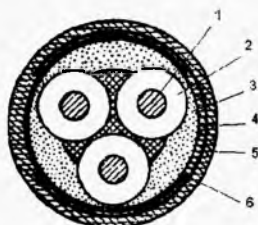
1 — polietilen bilan izolyatsiyalangan misli asosiy ko'ptolali sim; 2 — polietilenda izolyatsiyalangan qo'shimcha mis simi; 3 — polivinilxlorid plastikatli ichki qobiq; 4 — aluminiy qo'sh tasmali ekran; 5 — polivinilxlorid plastikatli tashqi qobiq.

Kabel ko'p karrali chastotasi 40 — 80 zarba urilish tezlanishi $3/s^2$ ko'p kurrali zarba mexanik ta'sirida ishlatilishi mumkin. Kabel konstruksiyasi 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 miqyosda 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

tanhkil topgan. Kabel konstruksiyasi va element quyidagi 19-rasmda keltirilgan.

Kabel qurilish uzunligi 200 mdan kam bo'lmaydi. AV_T V kabel izolyatsiyasi issiqqa bardoshli NT – 105 plastikatli 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.



19- rasm. AVV turdagi simlari bo'limlangan birsimli kabel konstruksiyasi.

1 – aluminiiy 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 burab o'zak hajmiga 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 mmli 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 mm² bo'lgan yakka mis simga ega kabel, kabel konstruksiyasi bo'ylab gyermetizatsiya ta'minlaydi. Tok o'tkazuvchan sim yuzasiga qalinligi 1 – 1,2 mmli vulkanlangan elektr o'tkazuv qatlam va qalinligi 0,4 – 0,6 mmli vulkalangan polimerli emulsiya qatlami yotqiziladi. Qalinligi 7,5 mli izolyatsiya qatlami va qalinligi 1 – 1,2 mmli vulkalangan elektr o'tkazuvchi kompozitsiya birgalikda gaz vulkanlovchi agregatda yotqiziladi. Kabelning metalli ekrani 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 himoyalaniadi.

9.3. Rezina izolyatsiyali quvvatli kabellar

Rezina izolyatsiyali kabellar juda ham egiluvchan bo'lishi bilan birga, ularning elektr izolyatsiya xususiyati qog'oz va plastmassa izolyatsiyali kabellardan anchagina past hisoblanadi. Rezina izolyatsiyali 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 izolyatsiya xususiyatlari keskin pasayadi.

Rezina izolyatsiyali kabel qo'zg'olmas holda yotqizishga mo'ljallanib 660 Vli o'zgaruvchan (yoki 1000 V o'zgarmas tok), hamda 3 va 6 kV o'zgarmas tokga mo'ljallab tayyorlanadi. O'zgaruvchan tokli kabel mis yoki aluminiy simli, sim soni 1 – 3 ta, kesim yuzasi 1–300 mm² qilib tayyorlanadi (GOST 22483–77).

Turi: AVRБ(VRB), AVRБG(VRBG), AVRБ_N(VRБ_N), AVRГ(VRG), AVRТB(VRTB), VRBG(VRBG), AVRТB_N(VRTB_N), ANRB(NRB), ANRG(NRG), ASRB(SRB), ASRG(SRG). Kabel izolyatsiyasi uchun RTI RTEPI rezinasi qo'llanilib uning qalinligi kuchlanishga nisbatan quyidagicha:

Kuchlanish kV	0,66	3	6
Izolyatsiya mm	1 – 2,8	1,8 – 3,8	3,0 – 4,0

Rezina izolyatsiyali kabel 1, 2, 3 klass bo'yicha 3, 6, 10 kVli kabellar sim kesim yuzasi $1,5 - 500 \text{ mm}^2$ 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.

9.4. 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 $10 - 150 \text{ mm}^2$ (6 kV) $10 - 25 \text{ mm}^2$ (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.

9.5. Shaxta kabellari

Yer osti shaxta transformatorlaridan harakatlanuvchi mashina va mexanizmlarga elektr energiya 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 plastikidan tashkil topgan. Izolyatsiya ustidan misli ($\Delta = 0,08$ mm) ekran yotqizilgan. Asosiy va qo‘shimcha sim izolyatsiyasi rangi yoki raqami bilan ajraladi. Sim o‘ralganida oraliqlari PVX chilviri bilan to‘latiladi. O‘ralgan simlar ustidan misli tasma yotqiziladi, ekran ustidan esa PVX tasmaidan iborat belbog izolyatsiya $\Delta=1,2$ mm yotqiziladi, so‘nggi yetti ruxlangan po‘lat simli zirx ($\phi = 0,5-0,8$ mm), bir PVX plastikli tasma, PETF pardasi yoki rezinkalangan to‘qima va PVX qoplamasi yotqiziladi. KGESh, KGEShT 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 qalinlikda 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 yotqiziladi. 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 oraliqlari 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 $5 \div 6-50 \text{ mm}^2$, bir yerlovchi va 5 qo'shimcha simga ega kesim yuzasi 2,5; 6; 10 mm^2 simlar 5 klass bo'yicha buralib, qolganlari 4 klassda buraladi. Asosiy va qo'shimcha simlar yuzasiga PVX plastik izolyatsiyasi yotqiziladi, 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 plastik 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 mmli rezina izolyatsiya, qo'shimcha simlarga 1,0 mm rezina va elektr o'tkazuvchi ekran yotqiziladi. Umumiy dastakli sim ustidan sintetik parda yotqiziladi va 2,0 mmli RShN – 2 rezina yotqizilib, uning ustidan 3,0 mmli RShN-1 rezina qoplanadi.

KOGVESH turli egiluvchan shaxta kabeli shaxta burg'i asbobini 660 Vli o'zgaruvchan kuchlanish manbaiga ulashga 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 qalinlikdagi PVX plastik 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 $1,0 \text{ mm}^2$ kesim yuzali, 3 simli $0,35 \text{ mm}^2$ kesim yuzani PVX plastikat izolyatsiyali $\Delta = 0,6 \div 0,7 \text{ mm}$ qalinlikda tayyorlanadi. Sim konstruksiyasi 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.

9.6. 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 mm^2 qilib tayyorlanadi, kabel uzunligi 500 – 1800 mli qabul qilinadi

KTNbE, turli burg'ilashda ishlatilgan kabel rezinka izolyatsiyali rezina qobiqli, kesim yuzasi $25 - 50 \text{ mm}^2$ 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 Rshl - 2 turli rezina bilan qoplanadi.

Umumiy qo'llaniladigan egiluvchan kabellar o'zgaruvchan 660 V ga mo'ljallanib, turli siljувchan mexanizmlarni ulashga mo'ljallangan. U, asosan, turli atmosfera sharoitida $+65^\circ\text{C}$ dan past temperaturada qo'llanadi. Kabel KG, KGN, KPG, KPGS, KPGSN, KPGU, PRS, PRSU turlarida ishlab chiqariladi. Sim kesim yuzasi $0,75 - 150 \text{ mm}^2$ 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.

9.7. Maxsus 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, siljув mashinasi GKRL, GRE, KGVG, KGP, KSR, KPGU, ShPEP-UXL), radiuskuna simlari RPSH, RPSHM, RPSHE, RPSHEM ga bo'linadi.

VR-25-2 turli kabel - yuqori kuchlanishli (25 kV) elektropoezdlarga mo'ljallangan, kesim yuzasi 25 mm^2 birsimli misdan 4 klassli qilib ishlangan, izolyatsiyasi qayta almashuvchan elektr o'tkazuvchan va izolyatsiya ozonbardoshli rezinadan $18,5 \text{ mm}$ qalinlikda tayyorlangan. Ustida qalaylangan mis to'qimali ekranga ega.

KVGRE turli yuqori kuchlanishli egiluvchan kabel siljувchan elektrotexnik va radiotexnik qurilmalarda, hamda o'zgarmas 40 kV kuchlanish (tok kuchi 5A) uzatishda qo'llaniladi. Impuls toki 100 A ($\tau \approx 10 \text{ mks}$)ni 1 soatda 1 marta uzatishga ruxsat etiladi. Kabel 25 mm^2 kesim yuzali 323 toladan iborat bir simli RTI - 1 rezina izolyatsiyasi $\Delta=4,0 \text{ mm}$

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 yuqori kuchlanishli rentgen uskunasi kabellari katod toki va yuqori kuchlanishni rentgen trubkasiga uzatib beradi. Kabel uch simli: ikkitasi nakal tokli va biri yuqori kuchlanishli kesimi $1,5 \text{ mm}^2$, yuqori kuchlanishli izolyatsiya qalinligi $6,1 \div 8,6 \text{ mm}$, odatdagisi 0,6 mmli, tashqi qobiq 1,0 mm, kabel uzunligi $7,0 \pm 0,5$ va $10 \pm 0,5 \text{ m}$ 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'zgaruvchan kuchlanishga mo'ljallangan. 1 – 2 sim oraliq kuchlanishi 50 V; 2 – 3 sim oraliq kuchlanishi $\approx 2 \text{ kV}$; 3 – 4 sim oraliq kuchlanishi $\approx 10 \text{ kV}$; 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 konsentrik 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.

Radioussuna simlari RPSH, RPSHM, RPE, RPSHEM turli simlar o'zgaruvchan 380, 660, 3000 V kuchlanishda radio qurilmalarda qo'llaniladi. Sim kesim yuzasi 0,35 – 10 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 mm ga teng olinadi. RPSHM, RPSHEM turli simga sovuqqa chidamli qobiq yotqiziladi, ustidan ruxlangan diametri 0,3 mm ga teng po'lat simli ekran

to'qiladi. Po'lat sim buyurtmachi talabiga binoan misli qilib tayyorlanishi mumkin. Sim izolyatsiya qarshiligi $75 \cdot 10^6$ Om·m ga teng.

9.8. 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 rostlagichini 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 xil 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 yotqiziladi, bu rezina boshqa kabellarda esa 2,0 mm qalinlikda yotqiziladi. Kabellar 0,5 m dan 140 m uzunlikkacha tayyorlanadi. Sanchig' va suqma tuzilishi va o'lchami belgilanganidek olinadi, kontakt qismlari qalay-qo'rg'oshinda biriktiriladi va nikel qoplami yotqiziladi.

KVORN – 6 kabel izolyatsiya qarshiligi $\geq 1000 \cdot 10^6$ Om·km, KVORN – 3 da $750 \cdot 10^6$ Om·km ga teng.

Past kuchlanishli KRZ aerodrom 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.

9.9. Elektr payvandlash kabellari

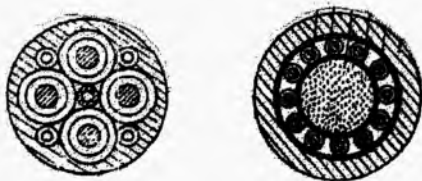
Elektr yoy uchun KOG – 1 va KOG – 2 kabellari payvandlash uskunasi elektr ushlagichlarini elektr manbai bilan biriktirishga mo'ljallanib,

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 mm² 5 va 6 klassli, sim tola diametri <0,31mm dan kam, bir tomonga qarab o'raladi. KOG – 1 kabel simi ustiga PETF tasmasi 0,8 ÷ 1,4 mm qalinlikda, keyin RTI – 2 rezinali izolyatsiya va RSh-1 rezinali qobiq yotqiziladi. Kabel uzunligi ≥100 m olinadi.

Ichi g'ovak 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 mm², bitta asosiy simli va uchta boshqaruv simli qilib tayyorlaniladi. Kabel markazida yo'naltiruvchi kanal mavjud ($\alpha \approx 3,2 \div 7,5$ mm).

9.10. Turli qo'llanishli kabel va simlar

Egiluvchan GKRL turli cho'zilishga ishlaydigan kabel o'zgaruvchan 380 Vli va o'zgarmas 700 Vli kuchlanishda dengiz suvida 981 kPa gidrostatik bosimgacha ishlaydi. U kesim yuzasi 0,5 mm²li 9 va 12 simli qilinib, 5 klassda tayyorlaniladi, RTI – 1 rezinasida 0,8 mm qalinlikda izolyatsiyalanadi. Izolyatsiyalangan 9 yoki 12 sim lavsan o'zak atrofida o'raladi, so'ng PETF tasma yotqiziladi, 2 – 3 mmli rezinali qoplama (RSh – 1 turi) beriladi. Sim izolyatsiyasi qarshiligi 100-10⁶ Om-km, har bir jism elektr sig'imi 200 pF/mga teng. 20 rasmda egiluvchan kabellar konstruksiyalari keltirilgan.



20- rasm. Egiluvchan kabellar konstruksiyasi

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 $S_{\text{qo'sh}}=S_{\text{qo'sh}}=3,10$ (3,16; 3,25), $S_{\text{yer}}=6$ (1·10) mm^2 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 qalinlikda 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 mm^2 yoki 3 asosiy va 1 yerlovchi simga ega: asosiy sim 95 mm^2 – qo'shimcha sim 25 mm^2 ; asosiy sim 120 mm^2 – qo'shimcha 35 mm^2 va asosiy sim 150 mm^2 – qo'shimcha 50 mm^2 . Izolyatsiya qalinligi 1,8 – 2,0 mm RTI – 1 rezinasi asosida bajariladi; yerlovchi sim izolyatsiyasi qalinligi 25 mm^2 da – 5,0 mm, 35 mm^2 da – 5,5 mm, 50 mm^2 da – 6,5 mm olinadi. Asosiy simlar izolyatsiya ranglari farqli, yerlovchi qora rangli qilib olinadi. Kabel uzunligi ≥ 125 m.

9.11. Spiralli egiluvchan KSR kabeli

Telemarkaz yorituvchi asboblari 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 mm^2 li 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 mm^2 sim yotqizilib, ustidan lavsanli sim o'ralib, RShT – 2 turdagi qalinligi 3,0 mm rezina yotqiziladi.

Yassi KGPKabeli proyektor yoki harakatlanuvchi elektr uskunalarni 660 V gacha o'zgaruvchan kuchlanish ($f \leq 400$ Gts) ga ulashga mo'ljallangan. Kabel kesim yuzasi 4 – 120 mm^2 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 harakarlanuvchi mexanizmlarni elektr tarmog'iga ulashda xizmat qilib, asosiy zanjir 10 kVli chastotasi 50 Gts, yuklama toki 500 Aga, 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 yettita $S=2,5$ 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'zgarmas kuchlanish tarmoqlariga 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.

TTShEP-UXL simi. Elektr arralarni 660 V gacha $f=400$ Gts o'zgaruvchan kuchlanishga va 1 kV o'zgarmas 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 mmli RTI – 2 rezinali izolyatsiyada bo'lib, izolyatsiya ochiq rangda (yerlovchi esa qora rangda) ishlab chiqariladi. Buralgan simlar ustidan qalinligi 2,0 mmli RShM – 2 turdagi rezinali qoplama yotqiziladi.

Nim uzunligi 100 mdan katta olinadi. Ba'zi korxonalar uchun sim 1,2 yoki 1,5 uzunlikda tayyorlab beriladi.

10. IZOLYATSIYLANGAN SIM TURLARI

10.1. 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 etiltseulyulozali lakli qoplamasi, qoplamali shisha tolali to'qima ishlatiladi.

Chiquv simlari quyidagi issiqbardoshlilik klasslarida ishlab chiqariladi:

A – PVBI, PVVT, PVPOK, PVFR

F – PVKE, PVKE-6, PVKE-10, PDPV, PDPVM

H – PVKV, RKGM, PVPE, PKFVT, PKFMT, PVKE-6, PVKE-10, PVKE-10

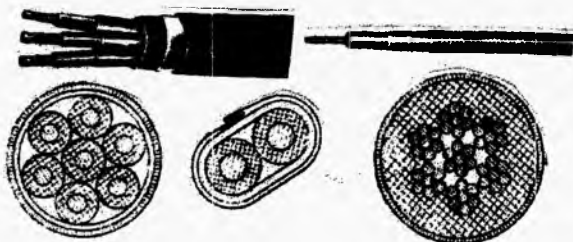
C – RKGMPT

10.2. Rezina izolyatsiyali simlar

Bunday simlar tok o'tkazgich simlari (mis, aluminiy) izolyatsiya turi, sim egiluvchanligi, qobiq va himoya qoplamasi materiallari (rezina va plastmassali qobiq, tolali yoki simli to'qima, metalli qobiq) bilan farqlanadi. Rezina izolyatsiyali asosiy sim kesim yuzasi $0,75 - 150 \text{ mm}^2$, qo'shimchasi $0,75 - 50 \text{ mm}^2$.

Uch simli PRTO va APRTO simlari o'zining yerlovchi yoki nolli simlariga ega. Sim kesim yuzasi ortgani sari izolyatsiya qalinligi ham orta boradi. Izolyatsiya qalinliklari: PRP, PRTO, APRTO da $- 1,0 \div 1,8 \text{ mm}$, PRI, APRI, PRGI $- 1,2 \div 2,2 \text{ mm}$, PRN, APRN; PRGN $- 0,8 \div 1,5 \text{ mm}$, APPR $- 1,6 \div 1,8 \text{ mm}$, PRRP APRF, PFR, PRFl $- 1,0 \div 1,8 \text{ mm}$, PVBL, PVKF, PVKV $- 0,6 \div 1,6 \text{ mm}$ ($3808 \div 1,0 \div (660V)$), RKGM, RKGMPM $- 0,8 \div 1,8 \text{ mm}$, ART $- 1,2 \div 2,0 \text{ mm}$, PRD-PRVD $- 0,6 \text{ mm}$, PRG $- 6000 \div 3,2 \div 3,8 \text{ mm}$ bo'lib qobiq qalinligi PRN, APRN, PRGN simlarida $0,4 - 0,7 \text{ mm}$ ga teng ART simi ko'taruv trosi kesim yuzasi $2 - 2,5 \div 4 - 6 \text{ mm}^2$ asosan 19 ta diametri $0,5 \text{ mm}$ po'lat simlardan, kesim yuzasi $4 - 10 \div 4 - 35 \text{ mm}^2$ 49 ta diametri $0,5 \text{ mm}$ li po'lat simlardan iborat. Buralgan tros ustki qismiga rezinali izolyatsiya qoplanadi. Uning uzilish kuchlanganligi 6 va 12 kN. Izolyatsiyalangan sim tros atrofida o'ng yo'nalishda 10-12 D qadamda buraladi. Izolyatsiyalangan PRD simga paxta tola to'qiladi, kesimi $2,5 \text{ mm}^2$ gacha PRVD simiga PVX plastik ($\Delta=0,2 \text{ mm}$) qoplanadi. 21-rasmda rezina izolyatsiyali simlar konstruksiyalari keltirilgan.

PRG - 6000 simiga PETF parda qoplanadi va RTI-1 rezinada izolyatsiyalanadi, ustidan paxta tola to'qima yotqiziladi. PRP va PRRP simlari 16 D qadamda buraladi, qolgan simlar esa parallel yotqiziladi.



21-rasm. Rezina izolyatsiyali simlar konstruksiyalari.

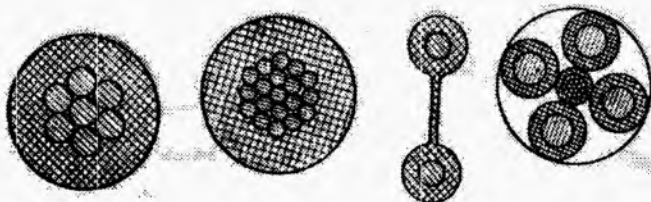
PRP sim ustiga ikki rezinkalangan tasma va ruxlangan $d=0,3$ mmli po'lat sim to'qiladi. PRP, PRRP simlari 16 D qadamda buraladi, qolgan simlar parallel yotqiziladi. PRRP simida qo'shimcha PETF tasma yoki boshqa to'qima yotqiziladi. To'qima ustidan rezina so'ng diametri 0,3 mmli ruxlangan po'lat to'qima yotqiziladi.

Kesim yuzasi 16 mm^2 da katta PRGN va PRGN simlarida izolyatsiya yotqizilishida sim va izolyatsiya oralig'iga PETF pardali separator yotqiziladi.

Izolyatsiyalangan PRTO, APRTO simlari 20 D qadamda buraladi va PETF tasmasi yotqiziladi. Sim soni 4 va undan ko'p bo'lsa, izolyatsiya ranglari farq qilinadi. Yerlovchi simda bu rang ko'k-sariq bo'ladi.

10.3. Plastmassa izolyatsiyali simlar

Ko'p plastmassa izolyatsiyali simlar qobiq va himoya qoplamasiz tayyorlanadi. Plastmassa chunki plastmassa nurdan, namdan himoya talab etmay, yengil 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 qalinlikda ajratgich hosil qilinib, u simni devor, shipga o'rnatishda xizmat qiladi. Uch sim orasi ham zichroq ajratgich asosli qilib bajariladi. 22-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 $0,6-1,8 \text{ mm}$, 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.



22- rasm. Plastmassa izolyatsiyali simlar konstruksiyalari.

10.4. 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 fluoroplastli 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.

10.5. Elektr yuritgich chiquv simlari

Bu simlar $0,75 - 120 \text{ mm}^2$ kesim yuzada $80 + 180^\circ\text{C}$ issiqqa bardoshli, $380 \div 6000 \text{ V}$ o'zgaruvchan kuchlanishga mo'ljallanib tayyorlanadi. Sim izolyatsiyasi turli rezina, KO va ftorsiloksan rezinalari, asbest, rezinali to'qima, fluoroplast asosida tayyorlanadi. Himoya qoplamida rezina, shisha tolali to'qima (loklangan) va h.k qo'llaniladi. Sim $S=0,35 - 120 \text{ mm}^2$ kesim yuzasi PVBL, RKGM, RKGMPT, PVVT, PVKF, PVKV, KVKF-6, PVKFE turlarida chiqariladi.

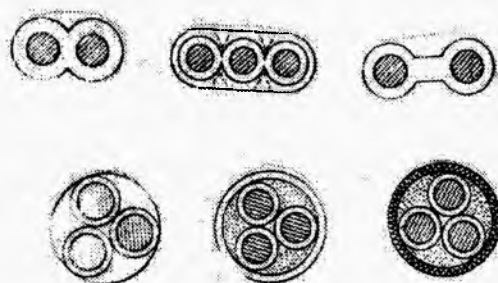
Sim izolyatsiyasi qalinligi 0,6 – 1,8 mm, qoplama qalinligi 0,6 – 1,2 mm olinib, aluminiyli mis sim qarshiligi qo'yidagicha:

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

10.6. Ro'zg'ordagi elektr mashina va asboblari ulaydigan chilvir va simlar

Rezina va plastmassa asosidagi sim va chilvir turli xil elektr mashina, radio-apparatura, harakatlanuvchan va qo'zg'olmas uskunalar $380/660 \text{ V}$ kuchlanishli tarmoqqa ulashga mo'ljallangan. Rezina va plastmassa izolyatsiyali sim, chilvir uzoq ish harorati $+65^\circ\text{C}$, PVX izolyatsiyalisi $+75^\circ\text{C}$ va KO – rezina izolyatsiyalisi $+150^\circ\text{C}$ ga mo'ljallanib olinadi. Sim va chilvir 2, 3, 4 simli, kesim yuzasi $0,2 \div 4 \text{ mm}^2$ li qilib ishlab chiqariladi.

Normal ogiluvchan chilvir turi ShVP-1, ShPP, ShVP-3, ShVPT, ShPS, juda ogiluvchanlariga 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. 23-rasmda xar turdagi chilvir simlar konstruksiyalari keltirilgan.



23- rasm. Har turdagi chilvir simlar konstruksiyalari.

Chilvir izolyatsiya va qoplamalari rangli qilib tayyorlanadi. Chilvir va sim uzunligi 50 m dan katta olinadi. Elektr mashina va xo'jalik 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 - tiqmali, uchlari suqma va tiqmali qilib ishlab chiqariladi.

Ishlov berishda chilvir uchidan kerakli uzunlik ochiladi. 10 - 15 mm qismidan izolyatsiya olinadi, sim burab qalaylanib, tuzilma konstruksiya bo'yicha biriktirilib suqma yoki tiqma o'rnatiladi. Rezina yoki PVX plastikat bosimda qo'yiladi.

10. 7. 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. Harakatlanuvchi 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÷5) D dan kam bo'lmashligi 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 mo'ljallangan. 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 bu'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, PVLTT - 1, PVLТTE - 1 turli simlarida PVX plastikali 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 mo'ljallangan. PSEO, PSESh, PMU, PSSh, PS simlari o'zgarmas 1÷4 kuchlanishli PPST simi 4 kV o'zgarmas kuchlanishli va 2 kV o'zgaruvchan kuchlanishga mo'ljallangan. Bu simlar kesim yuzasi

$S=1\div 300\text{ mm}^2$, 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, PLTT – 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 ($U_-=0,22\text{ kV}$), 1,0 – 2,6 ($U_-=0,66\text{ kV}$), 1,8 – 3,4 ($U_-=3,06\text{ kV}$) 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.

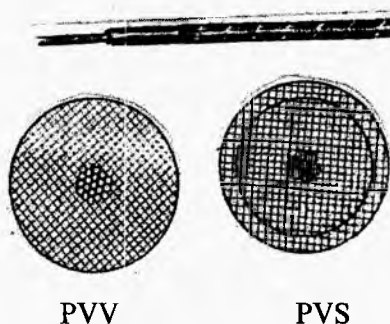
10.8. Aviatsiya, avtomobil, traktor simlari

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, KVSX, 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, $\Delta_{iz}=2,85$ mm; PVL – qalaylangan mis RTI – 1 rezina izol. $\Delta_{iz}=2,2$ mm; PVS-5 – PVX-7, PVS-9 zanglamas po‘latli sim (7-0,3 mm), o‘tkazuvchan rezina + izol.rezina RTI – 0, $\Delta_{iz}=1,6$ mm, PVZS – mis sim $S=1$ mm² (19-0,26 mm)+izol.

KO – rezina, $\Delta_{iz}=2,0$ mm+qobiq KO – rezina $\Delta_{QOB}=0,95$ 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 $\Delta_{sh}=1,5$ 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 mm² asosan birsimli (3 simli – KVSX, APRGSE; 2 simli – PGVAD) rezina, KO, PVX, PTFE izolyatsiyasi, paxta tolali yoki shisha tolali to‘qima yoki rezinka (PVX) qobiqli qilinadi. 24-rasmda har turdagi past kuchlanishli simlar konstruksiyalari keltirilgan.



24- rasm. Har turdagi past kuchlanishli simlar konstruksiyalari.

I'kranlangan 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 $S \approx 035 - 70$ mm², tola soni 19 x 0,15 dan 259 x 0,58

gacha izolyatsiya qalinligi $0,65 \div 1,1$ mm, izolyatsiyasi F-4 va F-4D almashib, shisha tolalar F-4D tarkibida shimdirilgan qoplama beriladi.

BPVL, BPVE, BPVLA, BPVLM, BPVLMЕ –qalaylangan mis simli, kesimi $S=0,35 - 95 \text{ mm}^2$ gacha tola soni $7 \times 0,26 \div 61 \times 1,4$ mm izolyatsiya PVX qalinligi $0,35 - 0,8$ 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 $d=0,3 \div 0,49$ 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 $S=0,35 - 6,00 \text{ mm}^2$, 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 $S=0,35 - 6 \text{ mm}^2$, 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 polimid lakli kapron to'qimali qoplamali beriladi.

PTL – 200, PTLE – 200, PTL – 250, PTLE – 250 qalaylangan va kumushlangan mis simining kesimi $0,35 \div 70 \text{ mm}^2$, 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 $S=4,0 - 70 \text{ mm}^2$ 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 $S - 0,5-4; 16 - 25 \text{ mm}^2$ 5 klassli, $S=6 - 10; 50 - 95 \text{ mm}^2$ 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 $S=0,5-35 \text{ mm}^2$ klassi 3 va 4, PVX izolyatsiya qalinligi $0,35 - 1,6$ mm, rangi bilan farqlanadi.

PVAL – bir tolali qalaylangan mis $S=0,5 \text{ mm}^2$, PVX izolyatsiyali PGVA, PGVAE, PGVAB-mis simli $S=0,5 - 95 \text{ mm}^2$, 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.

10.9. 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 tayyorlanadi. 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 plastikat 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'liqinli kabellar uzatuv va qabul qiluvchi antennalarni radio va televizion stantsiyalari turli radioto'liqinli uskunalar, asboblarni orasi va ichki montaj ishlarida qo'llaniladi.

Radioto'liqinli kabellar GOST 113260-78 ga asosan tayyorlanadi.

Ular uch turli bo'ladi:

RK – radioto'liqinli koaksial kabellar; RD – radioto'liqinli ikki simli simmetrik kabellar; RS – radioto'liqinli simi spiralsimon. Koaksial va simmetrik; konstruktsiya bo'yicha 3 turga bo'linadi:

– yaxlit izolyatsiyali

– havo izolyatsiyali kabel (shayba izolyatsiyali)

– yarim havo izolyatsiyali

radioto'liqinli koaksial kabel to'liqin qarshiligi – 50; 75,0; 100; 150; 200 Om;

radioto'liqinli spiralli kabellar to'liqin qarshiligi – 50; 75; 100; 150; 200; 400; 800; 1600; 3200 Om;

simmetrik kabellar to'liqin 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 bardoshlilik 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'liqin qarshiligini, ikkinchi raqam koaksial kabel izolyatsiyasi nominal diametrini (spiralli kabel o'zag

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, RKOg, 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 turqatuv kabellari.

Aralash koaksialli: KPTS uch koaksialli ZV simli, MKTIQ – 6/1; MKTIQ – 6/2 uch koaksialli uch simli, TVK – 33, TVKM – 65 bir koaksial 12, 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 yetti sim PVX qobiqli, PE izolyatsiya PVX qobiqli, PE izolyatsiya PE qobiqli, RDB – 82, RDBO – 82, simlari parallel 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 bir izolyatsiyasi aniq issiqqa bardoshlilik kategoriyasiga ega yaxlit 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 (26, 27) ifodalarda keltirilgan:

$$\text{To‘lqin qarshiligi: } Z_c = 3333 \, \xi/C \quad (26)$$

Bunda ξ – kabelda to‘lqin uzunlik qisqarish koeffitsienti.

C – kabel sig‘imi, pF/m faza harorat koeffitsienti:

$$TKF = \frac{\Delta_f C}{360 \xi l f \Delta T} \cdot 10^{-6} \text{ gradus} \quad (27)$$

Bunda Δ_f – kabel uzunligining absolyut o‘zgarishi.

C – yorug‘lik tezligi ($C=2,99778 \cdot 10^8$ m/s)

f – o‘lchashdagi davr tezlik, MGts.

l – kabel haqiqiy uzunligi, m.

ΔT – o‘lchanadigan harorat oralig‘i.

Soʻnish koeffitsienti (28):

$$\alpha = \alpha_{o'ich} \sqrt{f / f_{o'ich}}, dB / m \quad (28)$$

Soʻnish harorat koeffitsienti (29):

$$TKZ = \frac{\Delta \alpha}{\alpha \Delta T} \cdot 10^{-3}, \% ^\circ C^{-1} \quad (29)$$

hunda α – kabel soʻnish koeffitsienti.

$\Delta \alpha$ – harorat taʼsirida soʻnish koeffitsienti oʻzgarishi. dB/m

ΔT – harorat oraligʻi, $^\circ C$.

Simmetrik kabel elektr sigʻimi (30):

$$C = \frac{2(C_1 + C_2) - C_{12}}{4l}, pF / m \quad (30)$$

Simmetrik kabel sigʻimiy asimmetriyasi (31):

$$I = \frac{400(C_1 - C_2)}{2(C_1 + C_2) - C_{12}}, \% \quad (31)$$

Sigʻim harorat koeffitsienti: $TKE = \frac{\Delta C}{C \cdot \Delta T} \cdot 10^3$.

Hunda $S_g - 1, 2$ simlararo el. sigʻim, pF (ekran bilan birikkan).

$S_2 - 2, 1$ simlararo el. sigʻim, pF.

$S_{12} - 1$ va 2 simlar va ekran oraligʻidagi sigʻim, pF.

l – namuna uzunligi, m.

ΔS – kabel sigʻimi harorat taʼsirida oʻzgarishi.

S – normal haroratdagi sigʻim.

Toʻlqin uzunligi qisqarishi koeffitsienti: PE izolyatsiyada – 1,52 yaxlit

14 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 (32) ifodada keltirilgan.

$$|Z_{12}| = 1.739 \cdot 1g \frac{D}{d} \cdot \left| \frac{U_2}{U_1} \right| \cdot F \quad (32)$$

bunda D – koaksial liniya ichki diametri.

d – kabel tashqi sim tashqi diametri.

U_1 – kirish kuchlanishi, mV .

U_2 – chiqish kuchlanishi, mV .

F – chastota xarakteristikasi tuzatuv koeffitsienti.

11. YAXLIT POLIETILEN IZOLYATSIYALI KABELLAR

11.1. Yaxlit PE izolyatsiyali 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) tayyorlanadi. Sim yuzasiga PE izolyatsiya yotqiziladi. Kabel tashqi simi misdan to'qib (misdan) yotqiziladi. Elektr parametrlarini yaxshilash uchun kabel tashqi simi 2 – 3 qatlamli tayyorlanadi. Uning ustiga qobiq yotqiziladi. PE qobiqli kabel ruxsat haroratsi -85°C . Kabel xizmat muddati 12 yil.

11.2. Yarim havo PE izolyatsiyali koaksial kabel

Kabel bir tolali mis yoki uning qoplamasidan tayyorlanadi. Mexanik mustahkamlikni ta'minlash uchun ba'zilar mis-po'lat simli tayyorlanadi. 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 ($\varnothing=0,08\text{--}0,3 \text{ mm}$) to'qima yotqiziladi. Katta o'lchamli kabellarda to'g'ri burchakli mis sim ($0,3\text{--}0,5 \text{ mm}$) RK75–13–32, RK150–7–31 o'ralib, ustidan misli tasma

($\Delta=0,1-0,2$ mm) ekran o'raladi. Ko'p kabel PE qobiqli qilib chiqariladi. Yarim havoli PE izolyatsiyali kabel to'liq qarshiligi 50 Omda sig'im 102 pF/m, 75 Omda $-52-70$ pF/m, 100 Omda -41 pF/m, 150 Omda -27 pF/m. Kabel $-60+85^{\circ}\text{C}$ da ishlatiladi.

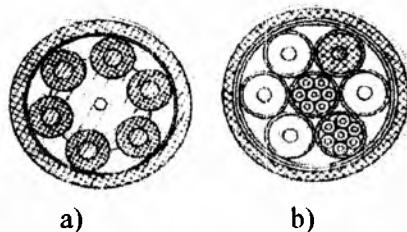
Yarim havo ftoroplast izolyatsiyali koaksial kabel simi 1, 7, 9 tolali mis, bronza asosida tayyorlanadi. Izolyatsiya F-4D, F-4MB kordelidan iborat bo'lib, u mis sim ustiga spiral holda yotqizilgan. So'ng F-4 tasma yoki F-4MB naycha yotqiziladi. Uning ustidan bir-ikki qatlamli to'qima yotqiziladi. Kabel to'liq qarshiligi 50, 75, 100 Om ga teng.

11.3. Radio to'liqli 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 oralig'i PE yoki F4, F4 M bilan to'latiladi. Ekran ustidan PE, PVX qoplama beriladi. Kabel 50, 100 m uzunliklarda tayyorlaniladi.

11.4. Aralash radioto'liqli va kamer televizion kabellar

Aralash to'liqli 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. 25 rasmda radio tulqinli spiralli kabel konstruksiyalari keltirilgan.



25-rasm. Aralash radioto'liqinli va kamer televizion kabellar kesim yuzasi
a) radioto'liqinli; b) kamer televizion 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 guruhleri 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 tayyorlanadi. Qo'shimcha 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 atrofiga buraladi. Buralgan kabel gazmol yoki plastmassa tasmada o'raladi, misli ekran yotqizilib, PVX qoplama beriladi. Kabel xizmat muddati 4 yilga mo'ljallangan.

11.5. Kollektiv, xususiy televizion 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 simli 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.

11.6. Aloqa kabellari

Bu kabellar magistral, shaharlararo, viloyat ichki (zonali), qishloqli, shaharli, suvosti, biriktiruvchi tarmoq radioto'liqli 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 tayyorlanadi.

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 oxirida o'tkazgich soni va diametri keltiriladi. MKSP – $7 \times 4 \times 1,2$ – 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.

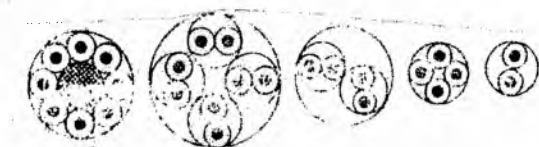
Radioto'liqinli: RK – radiokoaksial, RD – radiojuftli, RS – radio stirofleksli turlarda ishlab chiqariladi.

Simmetrik kabellar. Kabel tok o'tkazish simida mis va aluminiy qo'llanadi. 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. 26-rasmda simmetrik aloqa kabellari konstruksiyalari keltirilgan. Konstruksiya quyidagicha o'raladi:



26- rasm. Simmetrik aloqa kabellari konstruksiyalari.

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 xarakteristikalari stabil hisoblangan o'ram yulduzsimon bo'ralish hisoblanadi.

Koaksil kabellar – ichki o'tkazgichi silindr shaklda bajarilib, egiluvchanlik talab etilsa, ko'ptolali (7,19 yoki 37) qilib tayyorlanadi. Ba'zida yuqori mexanik mustahkam bimetall ham qo'llaniladi. Izolyatsiya, kichik $\text{tg}\delta$ 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 ($V_k/V_x = 1/10 + 1/20$ - 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 mmli 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.

Tashqi o'tkazgich molniya shaklli – uzluksiz silindrlil naydan iborat bo'ladi.

To'lqin (gorf)langan tashqi o'tkazgich – mis tasmadan tashkil topib, ulangan qism bosqichlangan.

Vintsimon – tashqi o'tkazgich mis yoki aluminiy tasmasidan tashkil topgan.

Tashqi 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 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 yotqiziladi.

Plastmassali qobiq – PVX, PE poliizobutilen kompozitsiyasidan tayyorlanadi.

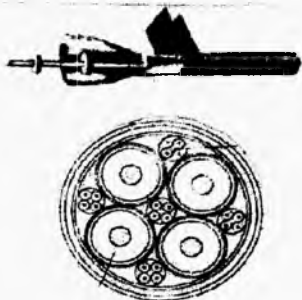
Aralash metallplastik – shakllangan aluminiy tasma ustidan shlang yotqiziladi; aluminiyli (qalinligi 0,13 – 0,2 mm) tasma va ruxlangan po'lat tasma (0,2 mm qalinlikda) va PE dan iborat shlang yotqiziladi.

11.7. 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 oraliqlari 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 yotqiziladi.

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 mmli 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.

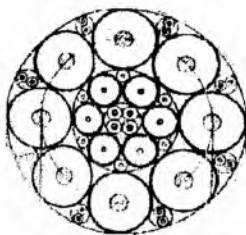
Chastotasi 60 MGts gacha ishlaydigan kabel KMG-4-60, KMG-8/6-60 va h.k belgilanadi.



27- rasm. Magistral koaksial kabellar konstruksiyalari

Koaksial juftlik misdan tayyorlanib, sim ustiga diametri 9,4 mm, qalinligi 2,2 mmli 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 yotqiziladi. 28 rasmda koaksial aralash magistral kabel konstruksiyasi 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 mamlilarga ega.



28- rasm. Koaksial aralash magistral kabel konstruksiyasi

Simlar PENP – ballonli izolyatsiyaga ega. Qo‘rg‘oshinli qobiq va B, BG, B₁, K, K₁ himoya qoplamlariga ega.

Sim zirxli kabel uzunligi kamida 600 m, tasma zirxli kabel esa 400 mashina qilib olinadi. Koaksial juftlik 2,6/9,5 so‘nish koeffitsientini 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 televideniya 60-10000 KGts chastotaga mo‘ljallangan. Ichki sim kuydirilgan misdan diametri 1,2 mm qilib tayyorlanadi. Simga PENP 0,75 mm qalinlikda 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.

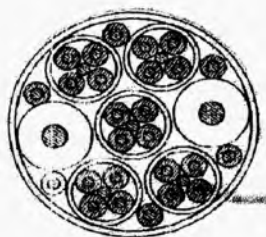
Nazorat va simmetrik juftlik simlari diametri 0,7 mmli misdan, diametri 0,6 mm PENP izolyatsiyadan iborat. Nazorat simi davriy ochiq qismlarga ega. To‘rt koaksial va to‘rt simmetrik juftlik o‘rtadagi simmetrik juftlik va nazorat simlariga buralgan, ustidan qog‘oz tasmali va PE belbog‘ izolyatsiyasi, qo‘rg‘oshin yoki aluminiy qobig‘i yotqizilgan bo‘ladi.

Aralash plastmassali qobiq 1,8 mmli PE va 2,2mmli PVX dan iborat. Alumiiniyli 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. 29 rasmda kichik o'lchamli koaksial kabel konstruksiyasi 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 (1=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 tasmani belbog' izolyatsiya yoki bir plastmassa, 3 qog'oz tasma va 6 -- 8 qog'oz kordeli yotqiziladi. Belbog' izolyatsiya ustidan 1,8 mmli alumiiniy qobig'i, MKKPG kabelida esa qo'rg'oshin qobig' va himoya qoplama yotqiziladi. Kabel uzunliklari 500, 850, 1000 m olinadi.



29- rasm. Kichik o'lchamli koaksial kabel konstruksiyasi

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 distantson manba o'zgaruvchan kuchlanishda 1000 Vda foydalanib ishlatishga mo'ljallangan kabel ($d=2,14$ mm) misli o'tkazgichga ega diametri 9,7 mmli g'ovak PE bilan izolyatsiyalanadi. Tashqi o'tkazgich 0,8 mmli aluminiy tasmali naydan iborat, unga yelim berilib qalinligi 2,1 mm PE qoplama yotqiziladi.

VKPAP_t, VKPAP_{ut}, tur kabellari koaksial juftligi va yuklanuvchi po'lat trosqa qalinligi 1,5 – 2,0 mm PE qobig'i yotqiziladi, VKPAPBG, VKPAPB, VKPAPBSh_p, kabellari PE qobig'i ustidan qalinligi 0,3 – 0,5 mmli po'lat tasma, VKPAPBSh_p kabelida PE shlangi yotqiziladi. Kabellar 600 – 800 m uzunlikda tayyorlaniladi. Ular xizmat muddati 20 yil. 30-rasmda suv osti koaksial kabel konstruksiyasi keltirilgan.



30- rasm. Suv osti koaksial kabel konstruksiyasi

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 mmli 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 tayyorlanadi.

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 PENPl i germetik qobiq ($d=2$ mm)ga ega. Kabel uchlari namdan himoyalalanadi. Kabel xizmat muddati 12 yil.

11.8. Nurtolali kabellar

Yorug'lik impulsini nur uzatgichdan uzatish, so'nish, dispersiya va yurish tezligi bilan xarakterlanadi. $n = \sqrt{\epsilon_r \mu_r}$, ya'ni $\mu = 1$ va $n = \sqrt{\epsilon_r}$. 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.

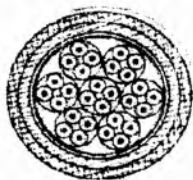
Nurtola kabeli axborotni nurtola-optik aloqa liniyasida 0,8-0,9 mkm to'liq uzunligida yuboradi. Nurtolali kabel $-60+70^\circ\text{C}$ haroratda ishlaydi. OK-50 turli kabel diametrlari 50 mkm kvarts tola asosida tayyorlanadi va 1, 2, 4, 6, 8, 10 va 12 nurtolaga ega bo'ladi. Kabel optik tolali poliamidli himoya qoplamiga ega va ular alohida yoki juft holda poliamidli naychaga joylashtiriladi. Poliamid naycha ichida mustahkamlovchi ikki SVM tola bo'ladi: PVX yoki PE qobiqli 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 qobiqli 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.

11.9. 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, polistiro'l tola $d = 0,8$ mm o'raladi va PS tasma ($\Delta = 0,045$ mm). 31 rasmda yuqori chastotali kordel-PS izolyatsiyali simmetrik kabel konstruksiyasi keltirilgan.



31- rasm. Yuqori chastotali kordel-PS izolyatsiyali simmetrik kabellar

11.10. Past chastotali PE izolyatsiyali simmetrik kabellar

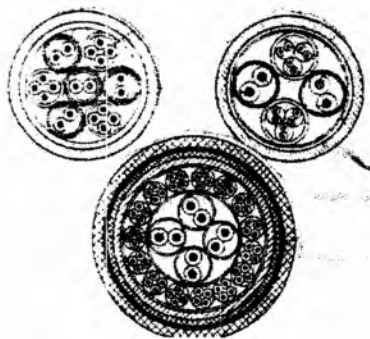
Bu turdagi kabellar g'ovak PE izolyatsiyaga ega, sim diametrli 0,9; 1,2 mm izolyatsiya PE qalinligi 0,5 – 0,6 mm simlar to'rtlikka o'raladi. ustidan to'qima yoki tasma qoplanadi.

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 mm da ishlab chiqiladi. Kabel xizmat muddati 20 yil.

11.11. Past chastotali aralash uzoq aloqa kabellari

Radiostantsiya, radiomarkaz, shaharlararo telefon stantsiyalari ulanishida qo'llanadi. 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 juftlikda qog'oz tasma ustidan metallashtirilgan qog'oz qatlam yotqiziladi. 32-rasmda past chastotali aralash uzoq aloqa kabellari konstruksiyalari 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.



32- rasm. Past chastotali aralash uzoq aloqa kabellari konstruksiyasi.

11.12. 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_pS_p, TB, TG, TK, TPP, TPP_{ep}, TPP_{ep}B, TPP_{ep}B_bSh_p, TPPB, TPPBG, TPPB_bSh_p, TPP_bTPV, 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, PTFE) tasmlari yotqiziladi, so'ng aluminiiy 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.

11.13. Sirli izolyatsiyaga ega cho'lg'am simlari

Bu simlar elektr apparati va mashinalari cho'lg'amlari, o'lov, rostlov va boshqa asboblarga mo'ljallangan. Ular aluminiy, mis va nikellangan mis simdan yasaladi. Oxirgisi qizishga bardoshli sim tayyorlashda (oksidlanishga chidamli) qo'llanadi. Izolyatsiya sifatida yuqori molekulali parda hosil qiladigan lokli qoplamadan erituvchisi uchib chiqib ketgan qattiq sir qatlam sodir bo'ladigan lokdan foydalaniladi.

Barcha simlarning 95% sirli izolyatsiyasi sintetik lok asosida ishlab chiqariladi. Ko'p qo'llaniladiganiga vinifleks (VL-931) kiradi. Vinifleks lok qatlami qiziganda erimaydi, yumshamaydi va egiluvchanlikni saqlab qoladi. Yana metalvin (VL-941) loki qo'llaniladi. Qizishga bardoshliroq sir qoplami poliefir qatroni (PE-943) asosida bo'ladi. Poliefir izolyatsiyali simlarni issiqlik zarbi va issiqbardoshlilikini oshirish uchun modifikatsiyalangan poliefir loki qo'llaniladi. Bunda loklangan sim issiqbardoshlilik F (155°C) yoki H (180°C) klassiga mos keladi. Sim izolyatsiyasi maksimal issiqbardoshlilik poliimid birikmalarni qo'llab erishiladi. Bu polimer erimaydi. Poliimid loki yuqori issiqbardoshlilik 155°C – 180°C. PE – 955 loki ham poliefir asosida tayyorlanadi.

Poliuretanli loki UP – 1 gidrooksil guruh tashkil etib, izolyatsiyasi dastlab ishlov bermaydigan simlarda qo'llaniladi.

Simlarning 5% izolyatsiyasi o'zi quriyigan tabiiy moy asosidadir. Moy asosidagi lok erituvchisi bo'lib kerosin xizmat qiladi. Sir izolyatsiyali qo'sh qatlam izolyatsiyali sim, ikki qatlamli alohida beriladigan loklar asosida bo'ladi. Polivinilatsetat yoki poliefir loki asosida asosiy izolyatsiya ustiga polivinilatsetatli yelimlovchi lok qatlami beriladi. Bu lok 120 – 150°C da yumshaydi. Simlarni mexanik shikastlanishdan saqlashda poliamid qatlami beriladi. TS – 1 poliefir qatroni simga yuritilib, termoishlab beriladi.

Sirlangan izolyatsiyali cho'lg'am sim turlari: PNET, PEV – 1(2), PEVA, PEVD, PEVDB, PEVL, PEVVK – 1(2), PEVP, PEVTL – 1(2), PEVTLK – 1, PEVTLK – 1(2), PEL, PEMP, PEMF, PES – 1(2), PESA, PESV – 1(2,3,4), PET – 200(155), PETV – 1(2), PETV – B_J, PETV_R,

PETVA, PETVP, PETP – 555, PEF – 155 bo‘lib, sim diametri 0,02 – 2,5 mm oralig‘ida, to‘rtburchaklisi 0,5 – 3,55 x 2,0 – 12,5 mm o‘lchamlarda tayyorlanadi. Sirli izolyatsiyali aluminiyli sim aluminiy asosida tayyorlanadi. PEVA, PESA, PETVA, PEVA_T, turli cho‘lg‘am simlarida polivinilatsetat loki, poliefir loki asosida tayyorlanadi. PENT imid, PNETP turligi nikellangan mis sim asosida tayyorlanadi. PETVL – 1, PETVL – 2, PEVL. PEVTLK, PEVTLK – 1, PEVTLN – 1(2), PEVTLTD turli simlar qalaylanishida izolyatsiya tozalanmaydi. Sim tashqi diametrlarining o‘lchami adabiyotda keltirilgan. Tayyorlangan simlar elastiklikka muhit ta‘sir ettirilib sinaladi hamda po‘lat igna ta‘sirida sidirish orqali tekshiriladi. Uzunlik birligidagi yuzada nuqson soni aniqlanadi. Izolyatsiyali simlar kuchlanish ta‘sirida sinalib, uning qiymati 100 – 4600 V oralig‘ida o‘zgaradi.

12. TOLASIMON-LOKLI, TOLASIMON, PLASTMASSA VA PARDA IZOLYATSIYALI CHULG‘AM SIMLAR

Bular elektr mashina, apparat, o‘lchov, rostlov va h.k. asbob chulg‘amlarida qo‘llaniladi. Misli chulg‘am sim MM mis asosida, aluminiylilari $d \leq 1,70$ mm AT simidan $d \geq 1,80$ mm AM simidan, to‘g‘riburchakli mis simlar PMM simidan, aluminiyli – PAM simidan tayyorlanadi. Tolasimon izolyatsiyali simlar – APB, PB, PBU, PBL, PBPU, PTB, PTBU, APBD, PBD, PVOO, PVDO, PShD, PLD turlarda, sirtola izolyatsiyalisi PEShO, PELO, PEBO, PETVLO, PETVBD, PELShKO, PELShKD, PEVTLLO, PEPLLOT turlarda, shisha tolali va asbest izolyatsiyali PSD, PSD – L, PSD – T, PSDT – L, PSDK, PSDK – L, PSDKT, PSDKT – L(A), PSD – 1, PSDP, PASD, PSOT, APSD, PETVSD, PNETKSOT, POJ, POJ – 700, PDA turda, yuqori chastotalilari LEL, LEShO, LEShD, LELO, LELD, LELOR – E, LEP, PEPKO, LEPSHT, LETLO, LEV, LET, LENP, PEMV, PEMVO, PELVOO, PVPEB turlarda, plastmassa va parda izolyatsiyali simlar PPF, PPFN – G, PPFN – K, PPLBO, PPVP, PPVN, PETVPDL – 3(4), PEVVP, PVDP – 1(2) turlarida tayyorlanadi. Sim diametri 0,0093 dan –50 mmgacha, to‘g‘ri burchaklisi 0,8÷6,0x2,12÷19,5 mm o‘lchamda tayyorlanadi.

Tola izolyatsiyali aluminiy va misning chulg'am simlari bir yoki ikki qatlamda tabiiy va sintetik shoyi, paxta qog'oz-tola o'rab tayyorlanib, sim ochiq qismi bo'lmasligi kerak. Izolyatsiya qalinligi mm ulushidan 0,18 – 0,35 mm gacha tayyorlanadi.

Qog'oz izolyatsiyali sim APB, PB, PBU, PBP, PBPU lar — APB, PB qalinligi 0,12 mm kabel qog'ozida yoki 0,05 mm telefon qog'ozda, PBU — qalinligi 0,12 mm yuqori kuchlanishli kabel qog'ozda o'raladi. Izolyatsiya zich yotqiziladi uning qalinligi yumaloq simda 0,3÷5,76 mm, to'g'riburchakli simda 0,45 – 1,92 mm.

12.1. Ajratilgan va transponirlangan simlar

Qog'oz izolyatsiyali ajratilgan o'ramli simlar (PBP, PBPU) moyli transformatorlar va reaktorlar chulg'amiga mo'ljallangan. Ularning tok o'tkazgichlari ajratilgan alohida to'g'riburchakli PMM navli mis simdan tashkil topib, o'lchami $1,4 \div 4,25 \times 7,50 \div 19,5$ mmga ega. Sim 0,12 mmli kabel qog'oz yoki zichlangan 0,08 mmli kabel qog'ozidan iborat. Ikki va uch alohida izolyatsiyalangan sim birlashtirib, umumiy kabel qog'oz bilan $\Delta=0,96 - 1,92$ (PBP), $\Delta=1,36 - 2,96$ mm (PBPU) qalinliklarda o'raladi. Transponirlangan simlar tok o'tkazuvchi toq sonlari to'g'ri burchakli sirlangan PEMP simlaridan tashkil topgan va ikki ustun qilib yotqizib o'raladi. O'tkazgich ustunlari orasida 0,12 mmli qo'shqog'oz qatlami yotqiziladi. PTB simi bir yoki bir necha qatlamda kabel qog'ozda o'raladi. PTBU simi zichlangan eni 36 mm kabel qog'oz bilan o'raladi. Izolyatsiya qalinligi PTB ni – 0,72; 0,96; 1,36; 1,92 mm, PTBU da – 2,0; 2,48; 2,96; 3,6 mm bo'lib, ular 100 V da bir daqiqa davomida sim tolalari orasidagi beriladigan kuchlanishda siniladi.

12.2. Sir – tola izolyatsiyali simlar

Bunday o'ramli simlar: sirlangan PEPLT, PEVTLLO poliuretan izolyatsiyali, PELBD, PEShO, PELO, PEBO, PELShKD, PELShKO, polimerlangan o'simlik moylari; PETVLO – poliefir izolyatsiyali, PETVBD – poliefir yoki poliefirimid izolyatsiyali simlardan tashkil topadi. Simlarda qo'sh izolyatsiya maksimal qalinligi 0,08 – 0,37

mm. Sirlangan simlarga qo'shimcha tolali izolyatsiya o'rab yotqiziladi. Simlar teshilish kuchlanishi 250 – 2000 V dan yuqori bo'lishi kerak.

To'g'ri burchakli egiluvchan simlar. Yuqori chastotali elektr mashinalarga mo'ljallangan. PVDO, PVOO mis simdan tayyorlanadi, unga paxta qog'oz tola o'ralib, so'ng ustiga to'qima to'qiladi ($\Delta=0,85$ mm).

Yuqori chastotali simlar. Bunday simlar qabul qiluvchi va uzatuvchi radiostantsiya g'altaklariga o'raladi. Ular diametrlari –0,03; 0,05; 0,063; 0,071; 0,1; 0,125; 0,13; 0,19; 0,20; 0,224; 0,315; 0,47; 0,5; 0,56 mm sirlangan simlari asosida tayyorlanadi. Soni 15 tagacha sim toladan tashkil topganlari parallel yotqizib tayyorlanadi, 15 dan ko'pi esa buraladi. LESH O, LELO, LESH D, LEL simlari sirlangan PEP turli simdan iborat, LEP, LEPKO, LEPSH D lar PETVL – TS2) sim tolalaridan, LET esa PETV – R dan, LETLO esa PETV dan, LENP esa PET-155, LELOR-E esa PEV – 2 dan, LEV esa PEV – 1(2) dan tashkil topgan. Keltirilgan simlar lavsan tola, tabiiy shoyi tolasi bilan o'raladi.

Qizishga chidamli simlar. O'ram simlari aluminiy (APSD) va mis (PSD, PSD – 1, PSD – L va h.k) simlaridan tayyorlanadi. PNSD tur sim diametri 0,17 mm, PNETSOT, tur diametri 0,2; 0,315 mm simlari nikellanib, PSDKL simlari kumushlanadi. PSDP simi quvur ko'rinishida $b=5\div 12,5$ mm; $Q=4\div 6$ mm o'lchamida devor qalinligi 1,5 mm qilib tayyorlanadi. Tok o'tkazuvchi PSDKT – A, PSD – 1, PSDP PSOT, PSD – L, PSDT, PSDT – L, PSDK, PSDKT – L, PSDKT – L, APSD simlari qo'sh shisha tolali qatlamda o'raladi. PSD va h.k sim izolyatsiyasi gliftal loki, PSDK va KO – loki, PSD – 1 esa termoreaktiv EP – 934 lok bilan shimdirilgan. Yumaloq sim izolyatsiya qalinligi $0,23\div 0,36$ mm va 0,14 – 0,23 mm qalinliklarda tayyorlanadi. Sim izolyatsiyalari elastik va mexanik mustahkam. Ular po'lat igna ta'siriga chidamli bo'lishi kerak. Shisha tolali izolyatsiya o'rab yelimlanib, so'ng qizishga chidamli lokda to'yintiriladi. Qizishga chidamli POJ o'ramli simlar nikellangan mis sim, POJ-700 esa temir – nikel bilan qoplanadi. Simlar qo'sh shisha tolali qatlam bilan qoplanadi, organosiloksan kompozitsiyasida to'yintirilib KO – lok bilan qoplanadi.

12.3. 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. KABELLARDA ELEKTR, ISSIQLIK VA BOSHQA TURDAGI QIYMATLARNING HISOBLARI

13.1. 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 konstruksiyasini 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, qobiq 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'liq uzunligi kabel diametridan ancha katta bo'lsa elektr va magnit maydon alohida ko'rilishi kerak. Bunda izolyatsiyadagi elektr maydon potentsiali uchun Puanson (33) tenglamasi qo'llaniladi:

$$\nabla^2 U + Q / \varepsilon \varepsilon_0 = 0 \quad (33)$$

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 (34):

$$\nabla^2 T + q / \chi = 0 \quad (34)$$

q – dielektrik hajmdagi vaqt birligida ajraladigan issiqlik miqdori;

χ – dielektrik issiqlik o'tkazuvchanligi. O'zgaruvchan yuklamada kabeldagi o'tkinchi issiqlik jarayoni (35):

$$\nabla^2 T + \frac{q}{\lambda} = \frac{1}{a} \frac{\partial T}{\partial t} \quad (35)$$

bunda $a = \chi / c$, c - izolyatsiya hajm birligidagi issiqlik sig'imi. Kabeldagi elektr va issiqlik sig'imini hisoblaganda silindr koordinatida Laplas operatori (36):

$$\nabla^2 U = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial U}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2 U}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} \quad (36)$$

Birsimli kabelda potentsial kabel markazidan bo'lgan masofaga bog'liq va Laplas operatori (37):

$$\nabla^2 U = \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} \left(r \frac{\partial U}{\partial r} \right) \quad (37)$$

Elektr maydonida potentsial taqsimlanishi o'ngdagi ifoda nolga tenglanib, integrallanib $rdU/dr=A$ olinadi. Qobiq potentsiali nolga tengligi hisobga olinib, integrallash orqali (38):

$$E = U_0 / r \ln \frac{R}{r_0} \quad (38)$$

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 (39):

$$U_0 = \frac{Q}{2\pi \epsilon_0 \epsilon \int_{r_0}^R \frac{dr}{r}} \quad (39)$$

yoki elektr maydon kuchlanganligi va kabel sig'imi (40, 41):

$$E = \frac{U_0}{\left(r \epsilon \int_{r_0}^R \frac{dr}{r} \right)} \quad (40)$$

$$C = \frac{Q}{U_0} = \frac{2\pi \epsilon_0}{\int_{r_0}^R \frac{dr}{r \epsilon}} \quad (41)$$

agarda $\epsilon=const$ bo'lsa (42):

$$C = \frac{2\pi \epsilon_0}{\ln \frac{R}{r_0}} \quad (42)$$

Kabel issiqlik qarshiligi (43):

$$S_{iz} = \frac{1}{2\pi \lambda} \ln \frac{R}{r_0} \quad (43)$$

Izolyatsiyadagi haroratni radiusga bog'liqligi:

$$\tau = \frac{P_j}{2\pi\lambda} \ln \frac{R}{r} \quad (44)$$

bunda R_j – simdagi quvvat isrofi $\tau_j = P_j \cdot S_z$ (45)

13.2. Izolyatsiya darajalanishi

Birjinsli izolyatsiyada sim yaqinida elektr maydon kuchlanganligi eng yuqori va qobiq yo'nalishiga qarab kamayib boradi. Bunday holatda izolyatsiya elektr mustahkamligi to'liq ishlatilmay, miqdoran izolyatsiya qo'llanish koeffitsienti bilan baholanadi (46):

$$\eta = \frac{E_{o'r}}{E_{\max}} = \frac{r_o \ln \frac{R}{r_o}}{(R - r_o)} = \frac{\ln}{(N - 1)} \quad (46)$$

bunda $N = R/r_o = e^{V/r_0} E_{o'r}$

$E_{o'r}$ - kabelda o'rta maydon kuchlanganligi. Agarda o'zgaruvchan kuchlanishda $\varepsilon = \text{const}$ yoki o'zgarmas kuchlanishda $\gamma = \text{const}$ bo'lsa,

maydon kuchlanganligi o'zgarmas va $E_{o'r} = \frac{U_o}{(R - r_o)}$ ga teng.

Bunda izolyatsiya qalinligi minimal, hamda $\eta = 1$ ga teng. O'zgaruvchan kuchlanishda radius ortishi bilan 8 kamaytirilishi pog'onali bajarilib, bu izolyatsiya darajalanishi deyiladi. Qo'sh qatlamli darajalashda (47):

$$E = \frac{U}{\left[\varepsilon_1 \left(\frac{1}{r_1} \ln \frac{r_1}{r_o} + \frac{1}{\varepsilon_2} \ln \frac{R}{r_1} \right) \right]} \quad (47)$$

Birinchi va ikkinchi qatlam boshlarida maydon kuchlanganliklari (48,49):

$$E_1 = \frac{U}{\left[\varepsilon_1 r_0 \left(\frac{1}{\varepsilon_1} \ln \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{\varepsilon_2} \ln \frac{R}{r_1} \right) \right]} \quad (48)$$

$$E_2 = \frac{U}{\left[\varepsilon_2 r_0 \left(\frac{1}{\varepsilon_1} \ln \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{\varepsilon_2} \ln \frac{R}{r_1} \right) \right]} \quad (49)$$

Bularni taqsimlasak (50):

$$r_1 = r_0 \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \cdot \frac{E_1}{E_2} = r_0 k f \quad (50)$$

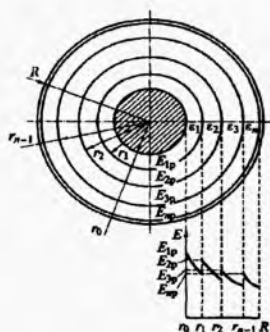
$$k = \frac{\varepsilon_1}{\varepsilon_2} \quad f = \frac{E_1}{E_2}$$

Bunda ε_1 , ε_2 - birinchi va ikkinchi qatlam nisbiy dielektrik singdiruvchanliklari. 33-asm da darajalanishdag, izolyatsiya qatlarni joylashuvi keltirilgan/ Agar n-ta qatlamli $\varepsilon_1, \varepsilon_2, \dots$ dielektrik singdiruvchanli izolyatsiyaga ega bo'lsak

$$E = \frac{U}{\left[\varepsilon r \left(\frac{1}{\varepsilon_1} \ln \frac{r_1}{r_0} + \frac{1}{\varepsilon_2} \ln \frac{r_2}{r_1} + \dots + \frac{1}{\varepsilon_n} \ln \frac{R}{r_{n-1}} \right) \right]}$$

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{\varepsilon_i} \ln \frac{r_i}{r_i - 1}} \quad (51)$$

Odatda shimdirilgan qog'oz yuqori va past zichliklarida 8 qiymati 4,3 dan 3,5 gacha o'zgaradi (51).



33- 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.

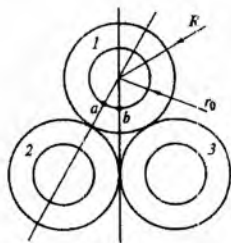
Uch simli kabel yumaloq holda tayyorlansa, unda 1- va 2- sim orasidagi uch fazli kuchlanish U_l fazalararo kuchlanish a nuqtada bo'ladi. 34-rasmda yumaloq simli kabellarda elektr maydonidagi maksimal kuchlanish hisobiga keltirilgan. Faza kuchlanishi 1 simda eng kattaligida 2 va 3 simlar ($-0,5U_l$) ga teng bo'ladi, eng yuqori kuchlanganlik bunda 5 nuqtada bo'ladi. Maksimal kuchlanganlik quyidagicha hisoblanadi (52):

$$E_{\max} = U_l \left(1,2\Delta + \frac{0,18}{r_0} \right) \text{ kV/mm} \quad (52)$$

bunda $\Delta = R - r_0$ – sim izolyatsiyasi qalinligi, mm

r_0 – sim radiusi, mm

a – nuqtadagi maksimal kuchlanganlik:



34- rasm. Yumaloq simli kabellarda elektr maydonidagi maksimal kuchlanish hisobiga

$$E_{a \max} = \frac{U_1 \sqrt{(N+1)(N-1)}}{2r_0 \ln(N + \sqrt{N^2 - 1})} \quad (53)$$

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 (53, 54):

$$E_a = \frac{U_1}{(R_{sk} \ln \frac{R_{sk} + \Delta + \Delta_1}{R_{sk}})}, \text{ kV/mm} \quad (54)$$

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 aniqlanadi (55):

$$E_k = \frac{U_1}{(R_k \ln \frac{R_k + 1,55\Delta}{r_k})}, \text{ kV/mm} \quad (55)$$

S nuqtasi uchun hisoblanadigan maydon kuchlanganligi quyidagicha aniqlanadi (56):

$$E_s = \frac{U_1 \sqrt{(N+1)(N-1)}}{2r_s \ln(N + \sqrt{N^2 - 1})}, \text{ kV/mm} \quad (56)$$

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 (57):

$$E_a = \frac{U_j}{(R_{sk} \ln \frac{R_{sk} + \Delta}{R_{sk}})}, \text{ kV/mm} \quad (57)$$

Shuningdek s va k nuqtalaridagi maydon kuchlanganliklari (58):

$$E_{\max} = \frac{U}{(r \ln \frac{r + \Delta}{r})}, \text{ kV/mm} \quad (58)$$

Kabel ko'psimli va ekranlanmagan bo'lsa, u holda

$$E_{\max} = \frac{U}{r \ln \frac{R}{r_0}} \cdot \frac{\lambda \ln \frac{R}{r_0}}{\ln \frac{\lambda}{m} + m \ln \frac{R}{r_0}} \quad (59)$$

$$\text{Bunda } \lambda = \frac{(1 + m \sin \frac{\pi}{m})}{\sin \frac{\pi}{m}}, \quad t - \text{sim tashqi qismidagi sim tolalarini}$$

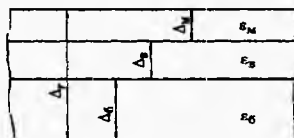
soni.

Ushbu formula tashqi qismida sim tolasi $m \geq 12$ bo'lganida to'g'ri bo'ladi.

13.3. 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 Δ_q , moy Δ_m va gaz Δ_x dan iborat. Qachonki $\Delta g \ll g$ bo'lgani uchun bu qatlamdagi kuchlanish 35-rasm keltirilgan.



35- rasm. Moy shimdirilgan qog'oz izolyatsiya qatlam chizmasi

Shimdirilgan qog'oz izolyatsiyasi qatlami qalinligi taqsimlanishi (60):

$$\Delta U \approx E \Delta_r = \frac{U}{r \ln \frac{R}{r_0}} \cdot \Delta_r, B \quad (60)$$

Uch qatlam ketma-ket ulangan kondensatorni ifodalaydi va umumiy sig'im (61):

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{2\pi r} \left(\frac{\Delta_q}{\varepsilon_q \varepsilon_0} + \frac{\Delta_m}{\varepsilon_m \varepsilon_0} + \frac{\Delta_h}{\varepsilon_0} \right) \quad (61)$$

Havo qatlamidagi maydon kuchlanganligi quyidagiga teng (62):

$$E_h = \frac{\Delta U_h}{\Delta_h} = \frac{E \left(1 + \frac{\Delta_m + \Delta_q}{\Delta_h} \right)}{\left(1 + \frac{\varepsilon_q \Delta_m + \varepsilon_m \Delta_q}{\varepsilon_q \varepsilon_m \Delta_h} \right)} \quad (62)$$

Moy qatlamidagi maydon kuchlanganligi:

$$E_m = \frac{\Delta U_m}{\Delta_m} = \frac{E(1 + \frac{\Delta_h + \Delta_q}{\Delta_m})}{(1 + \frac{\varepsilon_m \Delta_h}{\Delta_m} + \frac{\varepsilon_m \Delta_q}{\Delta_m \varepsilon_q})} \quad (63)$$

Qog'oz qatlamlari orasida havo va moydagi kuchlanganliklar:

$$\frac{E_h}{E} \approx \varepsilon_q \quad \text{va} \quad \frac{E_m}{E} \approx \frac{\varepsilon_q}{\varepsilon_m} \quad (64)$$

Agar qog'oz tasmlari orasida moy bo'lmasa, (gaz to'latilgan kabel) havo bo'shlig'idagi E (p -oraliqdagi qog'oz tasma soni):

$$\frac{E_h}{E} = \frac{(1+n)}{(1+\frac{n}{\varepsilon_q})} \quad (65)$$

Agar $\Delta_x \approx 0$ bo'lsa, moyli oraliqdagi E :

$$\frac{E_m}{E} = \frac{(1+n)}{(1+\frac{n\varepsilon_m}{\varepsilon_q})} \quad (66)$$

Qog'oz tasma oraliqlari moy bilan to'liq holatda va ba'zilarida havo bo'lganida $\Delta_x < \Delta_Q$, $\Delta_x < \Delta_M$ va $\Delta_q = p \Delta_m$ unda,

$$\frac{E_h}{E} = \frac{(1+n)}{(\frac{1}{\varepsilon_m} + \frac{n}{\varepsilon_q})} \quad (67)$$

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'zgarmas 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,

$$\frac{E_h}{E} = \frac{(\Delta_h + \Delta_m + \Delta_q)}{\Delta_h}$$

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 $U_i=f(r\Delta)$ 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 (68):

$$E_{must} = E_{\infty} + \frac{\Delta E}{\sqrt[n]{t}}, \quad (68)$$

bunda E_{∞} – kuchlanish uzoq berilgandagi elektr mustahkamlik;

ΔE va n – izolyatsiya xossasiga bog'liq o'zgarmas ko'rsatkichlar.

t – izolyatsiya teshilgunicha bo'lgan vaqt.

Qovushqoq shindirgich 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_i impuls mustahkamligi ortadi. Plastmassa izolyatsiyasi impuls mustahkamligi temperatura, izolyatsiya qalinligi va impuls soni ortishi bilan kamayadi.

Kabel izolyatsiya hisoblanganida, u ishchi kuchlanishi ta'siridan tashqari ichki va atmosfera 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 ($k_f=1,15$).

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 ($k_f=1,1 - 1,2$).

Ehtiyotlik koeffitsienti $k=3,3 - 5,0$ oralig'ida o'zgaradi. Izolyatsiya qalinligi aniqlanishida asosiy kuchlanishga hisobli 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 oʻrta maydon kuchlanganligi boʻyicha bajariladi. $\Delta E = U/E_{o,r}$ 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 (toʻsiq)lanadi, maydon bunda tekislanadi. Hamda metallni izolyatsiya eskitishiga taʼsiri kamayadi. Ekran izolyatsiya yuzasiga yaxshi zichlab yotqizilishi kerak. Qogoz izolyatsiyali kabelda bir xil qalinlikda yarim oʻtkazgichli qogʻoz va izolyatsiya tasma, platmassa izolyatsiyaligida yarim oʻtkazgichli polietilen yotqiziladi.

Kabelda magnit maydon. Kabel simidan oʻzgaruvchan tok oʻtganda magnit maydoni vujudga kelib, u quyidagilarni sodir etadi:

1. Sirtqi va yaqinlik samarasi natijasida sim qarshiligini oshiradi;

2. Kabel metall qobigʻi va zirxida isroflilik keltirib chiqaradi;

3. Kabel simlarida elektr dinamik kuch vujudga keltiradi;

4. Kabel simida dirillash sodir etiladi.

Oʻzgaruvchan sinusoidal tok uchun elektr magnit maydon nazariyasidan oʻtkazuvchan muhit uchun tenglama olinadi: bunda F – elektr yoki magnit maydon kuchlanganligi vektori;

μ_0 – vakuum magnit singdiruvchanligi ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ G/m);

μ – muhit nisbiy magnit singdiruvchanligi;

γ – muhit solishtirma elektr oʻtkazuvchanligi.

Tok oʻtkazuvchi simning oʻzgaruvchan tokdagi qarshiligi R_{s*} ni oʻzgarmas tok qarshiligi R_s ga nisbati (69):

$$\frac{R_{s*}}{R_s} = 1 + y_{yu} + y_{ya}, \quad (69)$$

bunda y_{yu} – yuza samaradorlik koeffitsienti

y_{ya} – yaqinlik samaradorlik koeffitsienti

Sim oʻz magnit maydoni taʼsirida tokni yuzaga siqilishida sim qarshilik ortishi (y_{yu}) tushuniladi. Qoʻshni 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 (70):

$$x = \sqrt{\frac{2\mu\mu_0 f}{R_{s=}}} \quad (70)$$

ko'p tolali sim uchun:

$$x = 1,59 \cdot 10^{-4} \sqrt{\frac{fb}{R_{s=}}} \quad (71)$$

bunda f – davr tezlik, $1/c$

38-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
Aluminiy	2,8264	4,03
Qo'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_{va} qiymatlari 1,7 marotabaga oshiriladi, chunki bunday zirx magnit maydonni ortishiga olib keladi. Sirt va yaqinlik samaradorligi $S \geq 300 \text{ mm}^2$ da kuzatiladi 38- jadvalda keltirilgan.

13.4. 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 yerlansa, 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'ini uzra yo'nalgan (72):

$$H = \mu_0 \frac{I}{2\pi r}, \quad (72)$$

bunda N – magnit maydon kuchlanganligi, A/m

I – simdagi tok, A

Kabel qobiqlari uchlari tutashtirilsa, undan muvozanatlashtiruvchi tok o'tib EYUK hosil bo'ladi. Sim va qobiq oralig'idagi o'z induksiya koeffitsienti (kabel uzunlik birligida) (73):

$$M = \frac{\psi}{I} = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\ln \frac{S}{r_{qob}} + \mu \frac{\Delta_z}{r_z} \right) \quad (73)$$

Qobiq konturidagi EYUK:

$$E = j\omega M I \quad (74)$$

Kabel qobiqlari uchlarida tutashtirilsa, Qobiqda EYUK:

$$E = 2j\omega M(I + I_{qob}) \quad (75)$$

Qobiqdagi tok moduli:

$$I_{qob} = \frac{\omega M}{\sqrt{R_{qob}^2 + (\omega M)^2}} \quad (76)$$

Qobiqdagi isrofni simdagi isrofga bo'lgan nisbati :

$$Y_{qob} = \frac{I_{qob}^2 R_{qob}}{I^2 R_{sim}} = m^2 \frac{R_{qob}}{R_{sim}} \quad \text{bunda,}$$

$$m = (\omega M)^2 / [R_{qob}^2 + (\omega M)^2] \quad (77)$$

Kabel uzatgichi induktivligi:

$$L = \frac{\mu_0}{2\pi} \left(\ln \frac{S}{r_0} + \mu \frac{\Delta_z}{r_z} + \frac{1}{2} \right) \quad (78)$$

Qobiq uzilganda uzatgichda kuchlanish taqsimlanishi:

$$\Delta U = 2I(R_s + j\omega L) \quad (79)$$

Qobiqlar tutashtirilganda eyuk xisobga olinadi:

$$\Delta U = 2I(R_s + j\omega L) + 2I_{qob} j\omega M = Iz \quad (80)$$

Yuqoridagi U_{qob} ifodasini boshqacha ifodalasak:

$$Y_{qob} = \frac{R_{qob}}{R_s} \frac{1}{1 + (R_{qob} / \omega M)^2} \quad (81)$$

Kabellar orasidagi masofa ortsa M qiymati ham ortadi.

13.5. Kabel issiqlik hisobi

Kabel qiziganida chegarali ruxsat harorati 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 yondashgan izolyatsiyada kuzatiladi. Sim haroratsi quyidagicha aniqlandi (82):

$$T_s = (P_s + P_{iz} / 2) S_{iz} + \sum R_k (S_{xq} + S_o) + T_o \quad (82)$$

bunda T_o – atrof muhit harorati;

Σ_k – kabledagi umumiy isrof;

S_{xq} – himoya qoplami issiqlik qarshiligi;

S_o – atrof muhit issiqlik qarshiligi;

O'zgarmas tokdagi sim elektr qarshiligi (83):

$$R_s = \frac{(1+k)\rho_0}{q} [1 + \alpha(T_s - 20)] \quad (83)$$

bunda ρ_0 – sim solishtirma elektr qarshiligi (20°Cda);

q – sim kesim yuzasi, mm²;

k – qisqarish koeffitsienti ($k=0,015-0,03$);

O'zgaruvchan tokda simdagi isrof:

$$P_s = P I^2 \quad (84)$$

Birsimli kabel himoya metall qobig'idan isrof:

$$P_{qob} = P_s y_{qob} \quad (85)$$

Izolyatsiya dielektrik isrofi

$$P_{iz} = U^2 \omega C \operatorname{tg} \delta \quad (86)$$

Birsimli kabel uzunlik birligidagi izolyatsiyasi issiqlik qarshiligi:

$$S_{iz} = \frac{\sigma_{iz}}{2\pi} \ln \frac{R}{r_0} \quad (87)$$

Qog'oz-moyli izolyatsiya ($U=1\div 35$ 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 $\sigma_{iz} = 3^\circ\text{C}\cdot\text{m/Vt}$, PVX plastikda $\sigma_{iz} \approx 4\div 7^\circ\text{C}\cdot\text{m/Vt}$, rezina izolyatsiyada $\sigma_{iz} \approx 3\div 3,5^\circ\text{C}\cdot\text{m/Vt}$ Sim va qobiq orasidagi harorat farqi:

$$\tau_s \frac{P_{iz}}{2} \frac{\sigma_{iz}}{2\pi} \ln \frac{R}{r_0} = \frac{P_{iz}}{2} S_{iz} \quad (88)$$

Sim va izolyatsiya isrofida sim va qobiq orasidagi temperatura farqi:

$$\tau_s = (P_s + \frac{P_{iz}}{2})S_{iz} \quad (89)$$

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 (90):

$$S_{iz} = \frac{\sigma_{iz}}{2\pi n} G \quad (90)$$

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 (91):

$$\frac{\tau_s}{3P_s} = S_k = \frac{S_{iz}}{3} S_{k,u} \quad (91)$$

bunda, τ_s – sim va zirx orasidagi harorat farqi;

R_s – simdagi isrof;

S_{iz} – sim va metall qobiq orasidagi issiqlik qarshiligi.

13.6. 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 konveksiya 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 (92):

$$T_{qob} - T_0 = \vartheta_{qob} = S_h \sum P \quad (92)$$

bunda $\sum R$ – 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 haroratiga 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 (93):

$$Nu = hd / \lambda \quad (93)$$

bunda d – kabel to‘ki diametri

λ – havo issiqlik o‘tkazuvchanligi.

Ozod konveksiyada Nusselt o‘lchovi quyidagicha hisoblanadi (94)

s, n – doimiy koeffitsientlar qiymatlari 39-jadvalda keltirilgan:

$$Nu = c(Gr Pr)^n \quad (94)$$

bunda s, n – doimiy koeffitsientlar

Pr – Prandtl o‘lchami, havo uchun 0,72

Gr – Grasgof o‘lchami

$$Gr = \beta d^3 g \vartheta_n / \nu^2 \quad (95)$$

bunda ϑ_n – kabel sirti va atrof-muhit harorati farqi

g – erkin tushish tezligi

ν – havo kinematik qovishoqligi

β – havo kengayish koeffitsienti ($\beta = 1/T_{o'}$, $T_{o'}$ – absolyut harorat)

$$T_{o'r} = T_0 + \vartheta_n / 2.$$

C va n koefitsient 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 $5 \div 150$ mm oralig'ida bo'lganida h qiymati $6 \div 10$ $\text{Vt}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$ ga ega bo'ladi. ($h=A_3(\vartheta_n/d)^{1/4}$).

Kabel oddiy holatida ishlatilsa taxminan aniqlanadigan:

$$h=4,5 \sqrt[4]{\vartheta_n/d}, \text{ Vt}/\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

bunda d – kabel tashqi diametri, sm

Kabel havoda yotqizilganda issiqlik uzatilishi nurlatilishi orqali sodirlanishi sababli Stefan-Bolsman tenglamasi qo'llaniladi (96):

$$P_i = \pi d \varepsilon_n C_0 (T_n^4 - T_0^4) \quad (96)$$

bunda $C_0 = 5,7 \cdot 10^{-8}$ $\text{Vt}/(\text{m}^2 \text{K}^4)$ – qora jism nurlatish doimiyliigi;

ε_n – kabel sirti qoralik koefitsienti;

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 (97):

$$S_x = \frac{1}{\pi d (h + \varepsilon_n c_0 \theta)} \quad (97)$$

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'lmashligi kerak. Ruksat tokini hisoblashning taxminiy usuli: $I_g = kI$ bunda I_g – kabel guruhi ruksat toki, I – bitta kabel yuklama ruksat toki, k – yuklama pasayish koefitsienti (98):

$$k = \frac{1}{\sqrt{(1 + 1g \frac{n}{m})(1 + 2,31gm)}} \quad (98)$$

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 (99):

$$S_{yer} \approx \frac{\sigma_{yer}}{2\pi} \ln \frac{4l}{D_t} \quad (99)$$

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.

13.7. Ruxsat yuklama tok hisobi

Simdagi ruxsat toki hisobida issiqlik qarshiligi va issiqlik oqimi o'rindoshlik sxemasi tuziladi. 35-rasmda birsimli kabel havoda va uchsimli kabel quvurda moy bosimdaligi keltirilgan. Birsimlik kabel uchun Om issiqlik qonuni quyidagicha:

$$V_s = T_s - T_0 = (P_s + \frac{P_{iz}}{2})S_{iz} + (P_s + P_{iz} + P_{qob})(S_{hq} + S_0) \quad (100)$$

$$\text{va ruxsat toki } I = \sqrt{\frac{T_{\max} + T_0 - P_{iz}(\frac{S_{iz}}{2} + S_{hq} + S_0)}{R_s[S_{iz} + (1 + y_{qob})(S_{hq} + S_0)]}}, A \quad (101)$$

Blokda yotqizilgan uchsimli kabelda harorat farqi:

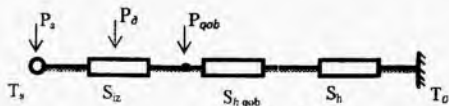
$$\vartheta_s = 3P_s \frac{\sigma_{iz}}{2\pi 3} G + P_s (3 + y_{qob})(S_h + S_{blok}) \quad (102)$$

Yuklama ruxsat toki:

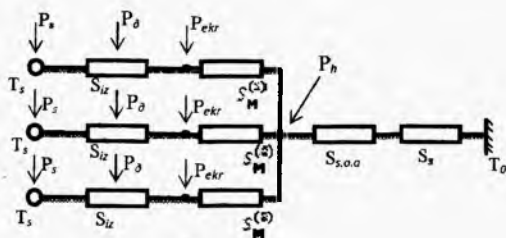
$$I = \sqrt{\frac{T_{\max} - T_0}{R_s \left[\frac{\sigma_{iz}}{2\pi} G + (3 + y_{qob})(S_h + S_{blok}) \right]}}, A \quad (103)$$

bunda G – kabel geometrik koeffitsienti.

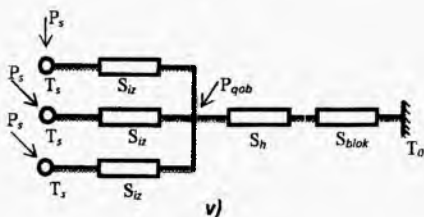
Quvurda yotqizilgan kabelda yuqori harorat 2 kabeldadir.



a)



b)



v)

35- rasm. Birsimli kabel havoda va uchsimli kabel quvurda moy bosimdaligi

Sim va atrof-muhit oralig'i harorat farqi:

$$\vartheta_{s2} = (P_s + \frac{P_{iz}}{2})S_{iz} + (P_s + P_{iz} + P_{ekran})S_m + [P_{quvur} + 3(P_s + P_{iz} + P_{ekran})](S_{hq} + S_h) \quad (104)$$

Sim harorati:
$$T_{s2} = \vartheta_{s2} + T_0 + \sum_1^m \Delta \vartheta_k \quad (105)$$

Simda ruxsat etilgan yuklama tok quyidagicha

$$I = \sqrt{\frac{\vartheta_{max} - P_{iz} [S_{iz} / 2 + S_m + 3(S_{hq} + S_h)]}{R_s \{S_{iz} + (1 + y_{ekran})S_m + [y_g + 3(1 + y_{ekran})](S_{hq} + S_h)\}}}, A \quad (106)$$

Kabelda uzatiladigan elektr quvvatini oshirish maqsadida quyidagi yo'llar qo'llanilishi kerak:

1. Izolyatsiya dielektrik singdiruvchanligi va dielektrik isrofini kamaytirish kerak ($\varepsilon \operatorname{tg} \delta$). 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.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ahmedov A.Sh., Kamalov Sh.M. Kabel texnikasi asoslari. O'quv qo'llanma, Toshkent, TDTU, 2010.
2. Основы кабельной техники. Учебник для студ. высш. учеб. заведений. В.М. Леонов и др. под ред. И.Б. Пешкова. – М.: Издательский центр «Академия», 2006.
3. Аҳмедов О.Ш.. Кабел техникаси асослари. Ўқув қўлланма, Тошкент, ТДТУ, 2000.
4. Камалов Ш.М., Аҳмедов О.Ш. Электротехника-материаллари. Техника олий ўқув юртлари учун ўқув қўлланма. Т.: «Ўқитувчи» нашриёти, 1994.
5. Пантелеев Е.Г. Монтаж и ремонт кабельных линий. Справочник электромонтажника. 2-е изд. пер. М.: Энергоатомиздат, 1990.
6. Родин В.И. Упаковка, транспортирование и хранение электрических кабелей и проводов. М.: Энергоатомиздат, 1989.
7. Белорусов Н.И. и др. Электрические кабели, провода и шнуры. Справочник. Под. ред. Н.И. Белорусов. 5-е изд. пер и доп. М.: Энергоатомиздат, 1988, 536 с.
8. Ушаков В.Я. Электрическое старение и ресурс монолитной изоляции. М.: Энергоатомиздат, 1988.
9. Макиенко Г.П., Попов Л.В. Сооружение и эксплуатация кабельных линий высокого напряжения. М.: Энергоатомиздат, 1985.
10. Брискер А.М. и др. Городские телефонные кабели: Справочник. Под ред. Д.Л. Шарли. М.: Радио и связь, 1984.
11. Ларина Э.Т. Силовые кабели и высоковольтные кабельные линии. М.: Энергоатомиздат, 1984.
12. Ларин Ю.Т. Оптические кабели. М.: Энергоатомиздат, 1984.
13. Пешков И.Б. Обмоточные провода. М.: Энергия, 1983.
14. Техническая документация на муфты для силовых кабелей с бумажной и пластмассовой изоляцией. М.: Энергоиздат, 1982.

MUNDARIJA

	Kirish	3
1.	Kuchli kabellar konstruksiyasi	4
1.1.	Kuchli kabel klassifikatsiyasi	4
1.2.	Kabel mahsulotlarining asosiy qismlari va atamalari	5
2.	Kabel tok o'tkazish simlari	9
2.1.	Kabel tok o'tkazish simlarini tayyorlash texnologiyasi	9
2.2.	Quvvatli kabel tok o'tkazgich simi va uni o'rash texnologiyasi.....	11
2.3.	Yumaloq va sektor shaklli simlar tayyorlash usullari	14
3.	Kabel tok o'tkazish simlariga izolyatsiya o'rash texnologiyasi.....	19
3.1.	Tok o'tkazish simlariga izolyatsiya o'rash.....	19
3.2.	Kabel izolyatsiyasi	25
3.3.	Qog'oz izolyatsiyasini quritishda fizik jarayonlar	32
3.4.	Qog'oz izolyatsiyasini shimdirish nazariyasi	33
4.	Kabel tok o'tkazish simlarini umumlashtirib to'ldirgich, ekran, qobiq va himoya qoplamini qoplash	34
4.1.	To'ldirgich	34
4.2.	Kabel izolyatsiyalari ustiga ekran qoplash	35
4.3.	Kabel qobiqlari	37
4.4.	Kabel himoya qoplamalari	40
4.5.	Tashqi qoplama	42
5.	Kabelni germetizatsiyalash uchligi, kabel g'altaklari, kabel qurilish uzunligi, kafolat vaqti va kabel xizmat muddatlari	46
5.1.	Kabel germetizatsiyalash uchligi	46
5.2.	Kabel g'altaklari	47
5.3.	Kabel qurilish uzunligi	48
5.4.	Kafolat vaqti va kabel xizmat muddati	49
6.	Ochiq simlar va quvvatli kabellar.....	50
6.1.	Havo uzatgichlari ochiq simlari.....	50

6.2.	Kuchlanishi 1-10 kVli shimdirilgan qog'oz izolyatsiyali quvvatli kabellar	51
6.3.	Moy-kanifol tarkibida shimdirilgan 1-10 kV kuchlanishli quvvatli kabellar.....	53
6.4.	Kuchlanishi 20-35 kVli quvvatli kabellar	54
7.	Moy, gaz to'latilgan yuqori kuchlanishli kabellar	55
7.1.	Yuqori kuchlanishli moy to'latilgan kabel turlari	55
7.2.	Kabel konstruksiyasi va xarakteristikalarini	57
7.3.	Gaz to'latilgan kabellar.....	65
7.4.	O'zgarmas tokli kabellar.....	66
7.5.	Chuqur sovitiladigan kabellar.....	66
8.	Plastmassa va rezina izolyatsiyali kabellar	67
8.1.	Plastmassa izolyatsiyali kabel turlari	67
8.2.	Yuqori kuchlanishli plastmassa izolyatsiyali kabellar.....	73
9.	Kabel turlari.....	80
9.1.	Egiluvchan shaxta kabellari	80
9.2.	Kuchlanishi 0,66-1 kVli aralash kabellar	80
9.3.	Rezina izolyatsiyali quvvatli kabellar	83
9.4.	Shlangli kabellar	84
9.5.	Shaxta kabellari	84
9.6.	Neft sanoati kabellari	87
9.7.	Maxsus kabel va simlar	88
9.8.	Aerodrom kabellari	90
9.9.	Elektr payvandlash kabellari	90
9.10.	Turli qo'llanishli kabel va simlar	91
9.11.	Spirali egiluvchan KSR kabeli	92
10.	Izolyatsiyalangan sim turlari	94
10.1.	Elektrotexnik uskuna simlari	94
10.2.	Rezina izolyatsiyali simlar	95

10.3.	Plastmassa izolyatsiyali simlar.....	96
10.4.	Izolyatsiyasi issiqqa bardoshli sim	97
10.5.	Elektr yuritgich chiquv simlari	97
10.6.	Ro'zg'ordagi elektr mashina va asboblari uleydigan chilvir va simlar.....	97
10.7.	Harakatlanuvchi rels transporti va trolleybuslar kabeli va simlari.....	99
10.8.	Aviatsiya, avtomobil, traktor simlari.....	100
10.9.	Geofizik kabel va simlari.....	103
11.	Yaxlit polietilen izolyatsiyali kabellar.....	108
11.1.	Yaxlit polietilen izolyatsiyali koaksial kabellar	108
11.2.	Yarim havo polietilen izolyatsiyali koaksial kabellar	108
11.3.	Radio to'liqli spiralli kabel.....	109
11.4.	Aralash radioto'liqli va kamer televizion kabellar.....	109
11.5.	Kollektiv, xususiy televizion antenna kabel kabellari	110
11.6.	Aloqa kabellar.....	111
11.7.	Magistral koaksial kabellar.....	114
11.8.	Nurtolali kabellar.....	119
11.9.	Yuqori chastotali kordel-PS izolyatsiyali simmetrik kabellar.....	120
11.10.	Past chastotali polietilen izolyatsiyali simmetrik kabellar.....	120
11.11.	Past chastotali aralash uzoq aloqa kabellar.....	121
11.12.	Telefon aloqa kabellari	121
11.13.	Sirli izolyatsiyaga ega chulg'am simlari	122
12.	Tolasimon-lokli, tolasimon plastmassa va parda izolyatsiyali chulg'am simlar.....	123
12.1.	Ajratilgan va transponirlangan simlar	124
12.2.	Sir - tola izolyatsiyali simlar	124
12.3.	Plastmassa va parda izolyatsiyali simlari.....	126
13.	Kabellarda elektr, issiqlik va boshqa turdagi qiymatlarning	126

	hisoblari.....	
13.1.	Kabel elektr hisobi.....	126
13.2.	Izolyatsiya darajalanishi.....	129
13.3.	Bir jinslimas izolyatsiyada elektr maydoni.....	133
13.4.	Kabel metalli qobiqlarida isrofgarchilik.....	139
13.5.	Kabel issiqliq hisobi.....	141
13.6.	Kabel atrof-muhit issiqlik qarshiligi.....	143
13.7.	Ruxsat yuklama tok hisobi.....	146
	Foydalanilgan adabiyotlar	149

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
1. Конструкция силовых кабелей	4
1.1. Классификация силовых кабелей	4
1.2. Термины и основные элементы кабельных изделий.....	5
2. Токопроводящие жилы кабелей.....	9
2.1. Технология изготовления токопроводящих жил кабелей.....	9
2.2. Технология скрутки токопроводящих жил силовых кабелей....	11
2.3. Способ изготовления круглых и секторных жил.....	14
3. Технология наложения изоляции на токопроводящих жил силовых кабелей.....	19
3.1. Наложения изоляции на токопроводящих жил кабелей.....	19
3.2. Изоляция кабеля.....	25
3.3. Физические процессы сушки бумажной изоляции.....	32
3.4. Теория пропитки бумажной изоляции.....	33
4. Общая скрутка жил кабелей, межфазное заполнение и наложение экрана, оболочки и защитного покрова.....	34
4.1. Заполнители.....	34
4.2. Экраны.....	35
4.3. Оболочки кабелей.....	37
4.4. Защитные покровы.....	40
4.5. Наружный покров.....	42
5. Герметизирующие оконцеватели, кабельные барабаны, строительные длины, сроки гарантии и службы кабелей.....	46
5.1. Герметизирующие оконцеватели кабелей.....	46
5.2. Кабельные барабаны.....	47
5.3. Строительные длины кабелей.....	48
5.4. Сроки гарантии и службы кабелей.....	49
6. Силовые кабели и неизолированные провода.....	50
6.1. Неизолированные провода для воздушных ЛЭП.....	50
6.2. Силовые кабели с пропитанной бумажной изоляцией на напряжение 1-10 кВ	51
6.3. Силовые кабели на напряжение 1-10 кВ, пропитанные маслоканифольным составом.....	53
6.4. Силовые кабели на напряжение 20 и 35 кВ.....	54
7. Газо и маслонеполненные кабели высокого напряжения.....	55
7.1. Типы маслонеполненных силовых кабелей.....	55
7.2. Характеристики и конструкций кабелей.....	57

7.3.	Газонаполненные кабели	65
7.4.	Кабели постоянного тока.....	66
7.5.	Криогенные кабели.....	66
8.	Кабели с пластмассовой и резиновой изоляцией.....	67
8.1.	Виды кабелей с пластмассовой изоляцией.....	67
8.2.	Силовые кабели с пластмассовой изоляцией.....	73
9.	Виды кабелей.....	80
9.1.	Гибкий шахтный кабель.....	80
9.2.	Смешанные кабели на напряжение 0,66-1 кВ.....	80
9.3.	Силовые кабели с резиновой изоляцией.....	83
9.4.	Шланговые кабели.....	84
9.5.	Шахтные кабели	84
9.6.	Кабели для нефтяных промыслов.....	87
9.7.	Специализированные гибкие кабели и провода.....	88
9.8.	Аэродромные кабели.....	90
9.9.	Кабели для электросварки.....	90
9.10.	Кабели и провода различных назначений.....	91
9.11.	Спиральный гибкий кабель КСР.....	92
10.	Провода изолированные.....	94
10.1.	Провода для электротехнических установок.....	94
10.2.	Провода с резиновой изоляцией.....	95
10.3.	Провода с пластмассовой изоляцией.....	96
10.4.	Провода с нагревостойкой изоляцией.....	97
10.5.	Провода для выводов электродвигателей.....	97
10.6.	Шнуры и провода соединительные для бытовых электрических машин и приборов.....	97
10.7.	Кабели и провода для подвижного состава рельсового транспорта и троллейбусов.....	99
10.8.	Провода авиационные, автомобильные и тракторные.....	100
10.9.	Кабели и провода для геофизических работ.....	103
11.	Коаксиальные кабели со сплошной ПЭ изоляцией.....	108
11.1.	Кабели коаксиальные с полиэтиленовой изоляцией.....	108
11.2.	Коаксиальные кабели с полувоздушный ПЭ изоляцией.....	108
11.3.	Радиочастотные спиральные кабели.....	109
11.4.	Комбинированные радиочастотные и камерные телевизионные кабели.....	109
11.5.	Кабели для коллективных и индивидуальных приемных телевизионных антенн.....	110

11.6.	Кабели связи.....	111
11.7.	Коаксиальные магистральные кабели.....	114
11.8.	Оптические кабели.....	119
11.9.	Симметричные высокочастотные кабели с кордельно-полистирольной изоляцией.....	120
11.10.	Симметричные низкочастотные кабели с ПЭ изоляцией.....	120
11.11.	Низкочастотные комбинированные кабели дальней связи.....	121
11.12.	Кабели связи телефонные.....	121
11.13.	Обмоточные провода с эмалевой изоляцией.....	122
12.	Обмоточные провода с эмалево-волокнуистой, пластмассовой и пленочной изоляцией.....	123
12.1.	Подразделенные и транспортированные провода.....	124
12.2.	Провода с эмалево-волокнуистой изоляцией.....	124
12.3.	Провода с пластмассовой и пленочной изоляцией.....	126
13.	Электрические, тепловые и другие расчеты кабелей	126
13.1.	Электрический расчет кабеля.....	126
13.2.	Градирование изоляции.....	129
13.3.	Электрическое поле в неоднородной изоляции.....	133
13.4.	Потери в металлических оболочках кабелей.....	139
13.5.	Тепловой расчет кабеля.....	141
13.6.	Тепловое сопротивление среды, окружающей кабель.....	143
13.7.	Расчет допустимого тока нарузки.....	146
	Список литературы.....	149

CONTENTS

Introduction	3
1. Design of the power cables.....	4
1.1. Categorization of the power cables.....	4
1.2. Terms and main elements of cable products.....	5
2. Current wire veins of the cables.....	9
2.1. Technology of the fabrication current conducting veins of the cables.....	9
2.2. Technology wrapping of current conducted veins of the power cables.....	11
2.3. Way of the fabrication round and sectored veins	14
3. Technology of the imposition to insulation on current conducting veins of the power cables.....	19
3.1. Impositions to insulation on current conducting veins of the cables.....	19
3.2. Insulating of the cable.....	25
3.3. Physical processes of the drying for paper insulation.....	32
3.4. Theory of the soak for paper insulation.....	33
4. General wrapping veins of the cables, between phase filling and imposition of the screen, shells and defensive cover.....	34
4.1. Filling.....	34
4.2. Screens.....	35
4.3. Shells of the cables.....	37
4.4. Defense of covers.....	40
4.5. External cover.....	42
5. Germetic covering, cable drums, building lengths, periods to warranties and services of the cables.....	46
5.1. Germetic covering of the cables.....	46
5.2. Drums of cables.....	47
5.3. Building lengths of the cables.....	48
5.4. Periods to warranties and services of the cables.....	49
6. Power cables and uninsulation wire.....	50
6.1. Uninsulation wire for air Line of the electro transmission.....	50
6.2. Power cables with imbrued paper insulation on voltage 1-10 kV....	51
6.3. Power cables on voltage 1-10 kV, imbrued butter rosin by composition.....	53

6.4.	Power cables on voltage 20 and 35 kV.....	54
7.	Gas and butter pervaded cables of high power.....	55
7.1.	Types butter pervaded power cables.....	55
7.2.	Features and design of the cables.....	57
7.3.	Gas pervaded cables.....	65
7.4.	Cables of the direct current.....	66
7.5.	Cryogenic cables.....	66
8.	Cables with plastic and rubber insulation.....	67
8.1.	Types of the cables with plastic insulation.....	67
8.2.	Power cables with plastic insulation.....	73
9.	Types of the cables.....	80
9.1.	Flexible mine cable.	80
9.2.	Mixed cables on voltage 0,66-1 kV.....	80
9.3.	Power cables with rubber insulation.....	83
9.4.	Hose cables.....	84
9.5.	Mine cables.....	84
9.6.	Cables for oil providence.....	87
9.7.	Specialized flexible cables and wire.....	88
9.8.	Airfield cables.....	90
9.9.	Cables for electrowelding.....	90
9.10.	Cables and wire for different purposes.....	91
9.11.	Spiralflexible cable KSR.....	92
10.	Wire insulated.....	94
10.1.	Wire for electrotechnical of the installation.....	94
10.2.	Wire with rubber insulation.....	95
10.3.	Wire with plastic insulation.....	96
10.4.	Wire with heating steadfast insulation.....	97
10.5.	Wire for conclusion of the electric motors.....	97
10.6.	Cords and wire connecting for home electric machines and instruments.....	97
10.7.	Cables and wire for rolling stock of the rail transport and trolley bus.....	99
10.8.	Wire aircraft, car and tractor.....	100
10.9.	Cables and wire for geophysical work.....	103
11.	Coaxial cables with utter PE insulation.....	108
11.1.	Coaxial cables with polyethylene insulation.....	108
11.2.	Coaxial cables with half air PE insulation.....	108
11.3.	Radio frequency spiral cables.....	109

11.4.	Multifunction radio frequency and chamber television cables.....	109
11.5.	Cables for collective and individual receiving television antennas	110
11.6.	Cables relationship.....	111
11.7.	Coaxial main cables.....	114
11.8.	Optical cables.....	119
11.9.	Symmetrical radio-frequency cables since cordinal-polystyrene insulation.....	120
11.10.	Symmetrical low frequency to cables with PE insulation.....	120
11.11.	Low frequency multifunction cables to telecommunication.....	121
11.12.	Cables relationship telephone.....	121
11.13.	Winding of the wire with enamel insulation.....	122
12.	Winding of the wire with enamel-stringy, plastic and film insulation.....	123
12.1.	Subdivided and transported wire.....	124
12.2.	Wire with enamel-stringy insulation.....	124
12.3.	Wire with plastic and film insulation.....	126
13.	Electric, heat and other calculations of the cables.....	126
13.1.	Electric calculation of the cable.....	126
13.2.	Gradient insulation.....	129
13.3.	Electric field in the nlumpy insulation.....	133
13.4.	Losses in metallic shell of the cables.....	139
13.5.	Heat calculation of the cable.....	141
13.6.	Heat resistance of the ambience, surrounding cable.....	143
13.7.	Calculation of the possible current of the load.....	146
	List of the literature.....	149

Ahmedov A.Sh., Mirzahmedov B.X.,
Raksitullayeva D.I.

KABEL TEXNIKASI NAZARIY ASOSLARI

O'quv qo'llanma

Toshkent – 2015

Muharrir *Bekqul Egamqulov*
Tex. muharrir *Shahlo Hikmatova*
Sahifalovchi dizayner *Behzod Haydarov*

«Noshirlik yog'dusi» nashriyoti
Litsenziya: AI №122. 12.11.2015.

Bosishga ruxsat etildi 21.12.2015. Bichimi 60x84 ¹/₁₆.
“Times” garniturası. Ofset bosma. Shartli bosma tabog'i 9,3
Nashriyot bosma tabori 9,0.
Adadi 50 nusxa. Buyurtma №26/1.

«Reliable print» MChJ bosmaxonasida chop etildi.
Manzil: Toshkent shahri, Furqat ko'chasi, 2-uy.