

10 ДӘРІС

10 апта – «Электр жүйесінің статикалық тұрақтылығы» (2 сағат).

Дәрістің мақсаты:

Қысқа тұйықталу токтарын есептеуде қысқа тұйықталу шынжырларының параметрлерін өзгерту есебі

10.1 Қысқа тұйықталу токтарын есептеуде қысқа тұйықталу шынжырларының параметрлерін өзгерту есебі

Белгіленген уақыттағы КЗ тогынын минимальді мәнін есептегенде электрлік доғаның кедергісін, активтік кедергінің ұлғаюынын ескері керек

Электрлік доғаны КЗ-мен есептеу үшін есептеу үшін есептеу сұлбасына доғаның активті кедергісін R_d енгізу керек.

Доғаның активті кедергісінің бастапқы және белгілі уақытын анықтауға болады.

Әуе сызықтарындағы кернеу 10-900 кВ болғанда, доғаның бастапқы және белгілі уақыттағы белгісін анықтауға болады.

Активті кедергінің бастапқы температуралық мәніндегі J_n мына формуламен анықталады:

$$R_n = R_{уд} l \frac{\tau_p + \vartheta_n}{\tau_p + \vartheta_{норм}} \quad (10.1.1)$$

мұндағы $R_{уд}$ - өткізгіштің өн бойы (меншікті) активті кедергі Ом/м, нормалы температурада $J_{норм}$;

l – КЗ-ке дейінгі өткізгіш ұзындығы, м;

τ_p – шартты температура, мыс үшін $\tau_p = 234$ °C, алюминий үшін $\tau_p = 236$ °C.

Қысқа тұйықталуда жартылай өткізгіштердің температурасын мына формулалармен есептейді:

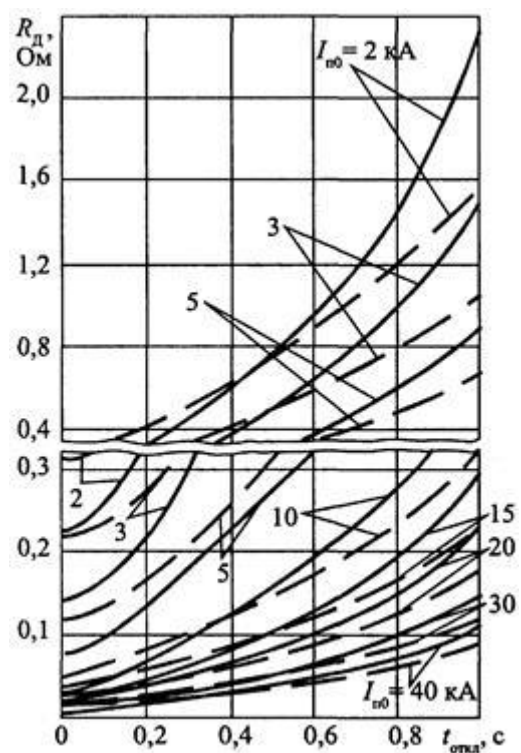
$$\vartheta_n = \left(\frac{I_{норм.расч}}{I_{доп.прод}} \right)^2 \cdot (\vartheta_{доп.прод} - \vartheta_{окр.ном}) + \vartheta_{окр} \quad (10.1.2)$$

мұндағы $I_{норм.расч}$ – нормалы тәртібтегі есеп айыру тогы, А;

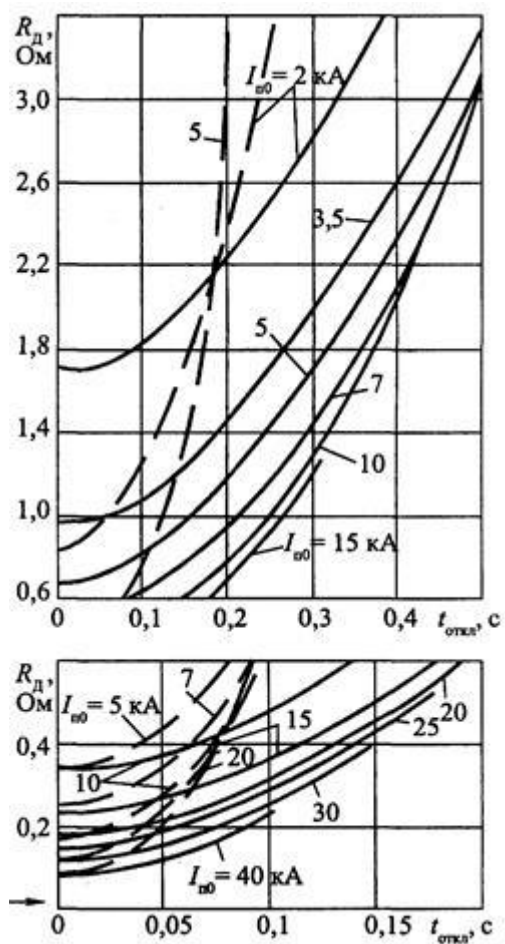
$I_{доп.прод}$ – берілген қимадағы өткізгіштің жалғастырушы тәртібіндегі мүмкіндік тогы, А;

$J_{доп.прод}$ и $J_{окр.ном}$ – жалғастырушы режимдегі жартылай өткізгіштердің мүмкін температурасы және қоршаған ортаның нормалы температурасы, °C;

$J_{окр}$ – қоршаған ортаның температурасы, °C.



10.1.1 - сурет - $R_d=f(t_{откл}, I_{n0})$ тәуелділігі, кернеуі 6 кВ (түгел қисық) және 10 кВ (пунктирлі қисық) болатын электр қондырғыларында



10.1.2 - сурет - $R_d = f(t_{откл}, I_{п0})$ әуе сызықтарындағы тәуелділік, егер кернеу 35 кВ (түгел қисық) және 10 кВ (пунктирлі қисық)

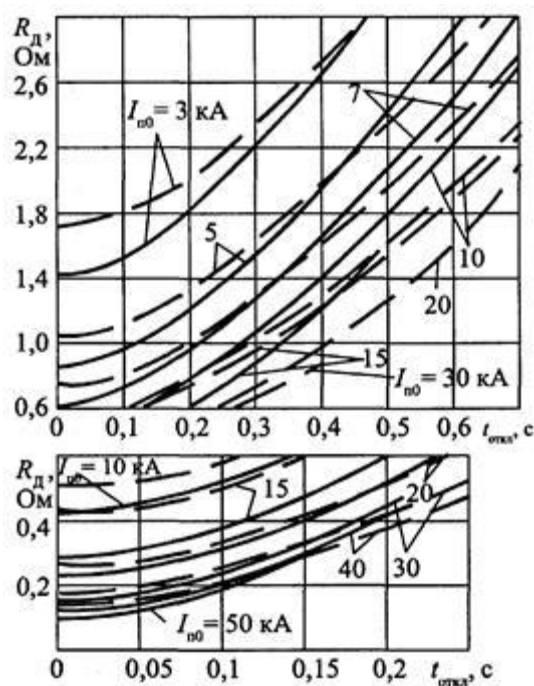
Жартылай өткізгіштердің КЗ-тегі активті кедергінің ұлғаюын КJ коэффициентін ескеру арқылы табылады:

$$\vartheta_H = \left(\frac{I_{\text{норм.расч}}}{I_{\text{доп.прод}}} \right)^2 \cdot (\vartheta_{\text{доп.прод}} - \vartheta_{\text{окр.ном}}) + \vartheta_{\text{окр}} \quad (10.1.3)$$

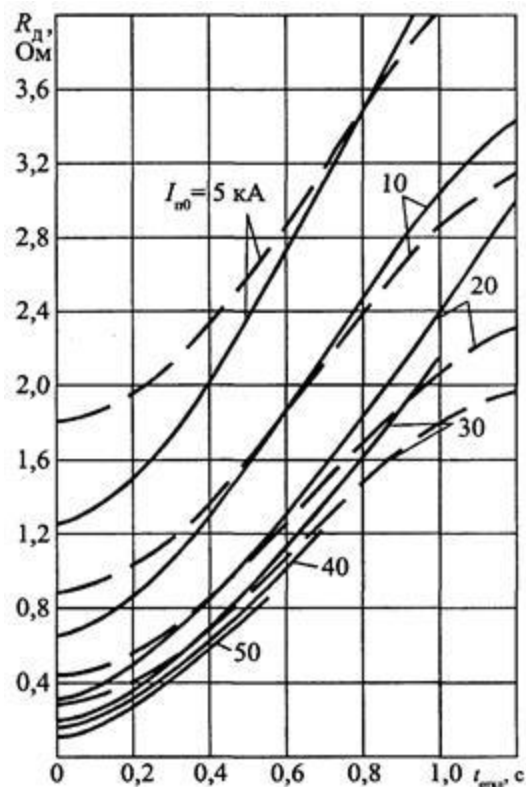
мұнда КJ – жартылай өткізгіштің активті кедергісінің ұлғаю коэффициенті, ол өткізгіштің бастапқы және соңғы температурасына, материалына байланысты, мына формуламен анықталады:

$$\vartheta_H = \left(\frac{I_{\text{норм.расч}}}{I_{\text{доп.прод}}} \right)^2 \cdot (\vartheta_{\text{доп.прод}} - \vartheta_{\text{окр.ном}}) + \vartheta_{\text{окр}} \quad (10.1.4)$$

мұнда J_n және J_{kn} – өткізгіштің бастапқы және соңғы температурасы.



10.1.3 - сурет - $R_d = f(t_{откл}, I_{п0})$ КЗ байланысты әуе сызықтарындағы тәуелділік, кернеу 110 кВ (түгел қисық) және 220 кВ (пунктирлі қисық)



10.1.4 - сурет - $R_d = f(t_{откл}, I_{н0})$ КЗ байланысты әуе сызықтарындағы тәуелділік, кернеу 330 кВ (түгел қисық) және 1000 кВ (пунктирлі қисық)

Жылу беруді ұлғайту қателіктің артуына әсер етеді, ол бастапқы мәннен 10 % жоғары.

КЗ сын ұзақтығы көлденең қима ауданына байланыты және төмендегідей формуламен есептеледі:

аллюминийлі кабельді желі үшін
$$t_{откл.кр} = 0,65 \cdot 10^{-2} \cdot S ; \quad (10.1.5)$$

мысты кабельді желі үшін
$$t_{откл.кр} = 1,22 \cdot 10^{-2} \cdot S . \quad (10.1.6)$$

Жартылай өткізгіштердің соңғы қыздыру температурасын жылу жеткізуді ескермегенде, металлдық КЗ-те мына формуламен анықтайды (адиабаталық үрдіс, Jкн.а):

$$\vartheta_n = \left(\frac{I_{норм.расч}}{I_{доп.прод}} \right)^2 \cdot (\vartheta_{доп.прод} - \vartheta_{окр.ном}) + \vartheta_{окр} \quad (10.1.7)$$

мұнда $I_{нт}$ –өшіру кезіндегі металдық КЗ тогы, А, 10.10 байланысты алынған;

S –Жартылай өткізгіштің көлденең қимасының ауданы, мм²;

K_1 -тұрақты, өткізгіштің материалына тәуелді және мына формуламен есептеледі:

Мыс үшін $K_1 = 226 \text{ A c}^{1/2}/\text{мм}^2$;

Аллюминий үшін $K_1 = 148 \text{ A c}^{1/2}/\text{мм}^2$;

b -шама, 0 °С температурада температуралық кедергінің коэффициентіне қарсы, шама K , ол:

мыс үшін $b = 234,10 \text{ K}$;

аллюминий үшін $b = 228 \text{ K}$;

e - коэффициент, изоляцияға берілетін жылу қарсылығы. Ол мына формуламен анықталады:

$$\vartheta_n = \left(\frac{I_{\text{норм.расч}}}{I_{\text{доп.прод}}} \right)^2 \cdot (\vartheta_{\text{доп.прод}} - \vartheta_{\text{окр.ном}}) + \vartheta_{\text{окр}} \quad (10.1.8)$$

мұнда F - коэффициент, изоляция мен өткізгіш арасындағы толық емес жылу байланысының ескерілуі.. Ол әдетте 0,7 тең;

A, B – эмпериздік тұрақтылар ((мм²/с)0,10 и в мм²/с байланыты өлшенеді), Қоршаған немесе көршілес металл емес материалдардың нықтаушы термиялық мінездемелері:

$$\vartheta_n = \left(\frac{I_{\text{норм.расч}}}{I_{\text{доп.прод}}} \right)^2 \cdot (\vartheta_{\text{доп.прод}} - \vartheta_{\text{окр.ном}}) + \vartheta_{\text{окр}} \quad (10.1.9)$$

мұнда $C1 = 2464$ мм/м; $C2 = 1,22$ К×мм²/Дж;

sc – ток өткізуші элементтің салыстырмалы көлемдік қызулығы, Дж/(Км³),ол:

мыс үшін $sc = 3,410 \times 10^6$ Дж/(Км³);

аллюминий үшін $sc = 2,10 \times 10^6$ Дж/(Км³);

si - удельная объемная теплоемкость окружающих или соседних неметаллических материалов, Дж/(Км³), равная:

қағазды сіндірілген изоляциялы кабель үшін $si = 2 \times 10^6$ Дж/(Км³);

ПВХ-ді изоляцияланған кабель үшін $si = 1,7 \times 10^6$ Дж/(Км³);

gi – қоршаған немесе көршілес металлды емес материалдар үшін меншікті термиялық кедергі, Км/Вт, ол:

қағазды сіндірілген изоляциялы кабель үшін $gi = 6,0$ Км/Вт;

ПВХ-ді изоляцияланған кабель үшін, 3 кВ қосылған $gi = 10$ Км/Вт;

жоғары 3 кВ $gi = 6$ Км/Вт.

Өткізгіштің соңғы температуралық қызулығын, КЗ электрлік доға арқылы және $\text{токл} < 0,10$ (жылу беруді ескермегенде) (10.102) формуламен анықтайды.

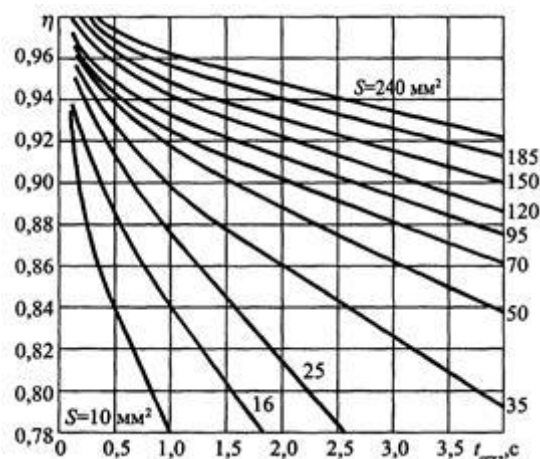
Өшіру кезіндегі КЗ –тегі доғалық токты ($I_{\text{кт}}$) 10.10.2. мынамен наықтайды.

КЗ кабельдік қызудың соңғы температурасын мына формуламен анықтайды:

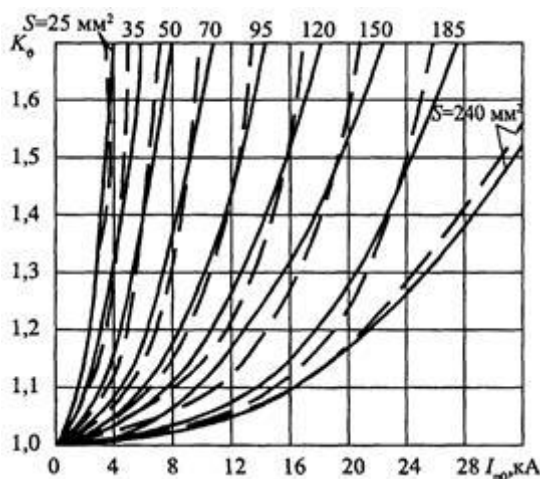
$$\vartheta_n = \left(\frac{I_{\text{норм.расч}}}{I_{\text{доп.прод}}} \right)^2 \cdot (\vartheta_{\text{доп.прод}} - \vartheta_{\text{окр.ном}}) + \vartheta_{\text{окр}} \quad (10.1.10)$$

мұнда h - коэффициент, оңашалауға жылу беруді ескеру керек. Ол материалға және өткізгіштің ауданына және КЗ ұзақтылығына байланысты; қағазды сіндірілген изоляциялы кабель үшін, ПВХ-ді изоляцияланған кабель кабельдер үшін 10.22 суреттегі қисыққа байланысты;

$J_{\text{кн.а}}$ – жылу жіберуді ескермегендегі өткізгіштің соңғы температуралық қыздыруы, (10.102) формуласымен табылады.



10.1.5 - сурет - $\eta = f(t)$ тәуелділігі. ПВХ кабельдері және қағазды сіндірілген изоляциялы кабель үшін және алюминийлі желілер үшін



10.1.6 - сурет - $KJ = f(I_{н0}, S_{кб})$ тәуелділігі. Жылу беруді ескергендегі және доғалық кедергіні ескергендегі

Кабельдердің активті кедергі коэффициентінің өсуін есептеу (KJ) доға болғанда $K3$ және $t_{сөнд} = 0,10$ активті кедергінің өсуі доға бойынша орындауымен қоса ықпал өзгеруі және активті тұрғын кабельдің электр доғасының кедергісі ұсыну кеңес береді.

KJ санау коэффициентінің алюминді кабельдер үшін 10.23. сурет қисығы бойынша анықталуы мүмкін. Оларды құрастырғанда орындалуы керек $J_n = 20^\circ C$ и $t_{сөнд} = 0,10$ с (толық қисықтар) и $t_{сөнд} = 1$ с (пунктирлі қисықтар).

Орындау ретінде $K3$ $0,10$ с $< t_{откл} < 1$ коэффициент мағынасы бойынша KJ қисықтардың интерполяциясының жақынырақ көмегі арқылы анықталуы мүмкін.

Кабельдің бастапқы температурасынан ұсынылған ($J_n = 20^\circ C$) коэффициенті температурадан айырмашылығы KJ формула арқылы есептелуі мүмкін:

$$\vartheta_n = \left(\frac{I_{норм.расч}}{I_{доп.прод}} \right)^2 \cdot (\vartheta_{доп.прод} - \vartheta_{окр.ном}) + \vartheta_{окр} \quad (10.1.11)$$

мұнда $K_{\vartheta(\vartheta_n=20^\circ C)}$ - $J_n = 20^\circ C$ тағы коэффициенттің мағынасы;
 J_n – бастапқы температураның нақты мағынасы.

Пайдаланған әдебиеттер тізімі

1. В.Н.Сажин, О.А. Кноль, Ш.Т.Дуйсенова. Электр энергетикадағы өтпелі процестер 5В071800 Электр энергетикасы және 5В081200 «Ауыл шаруашылығын энергиямен қамтамасыз ету» мамандығы бойынша оқитын студенттерге арналған дәрістер жинағы - Алматы: АЭЖБУ, 2012 - 62 бет.
2. Моделирование электромагнитных переходных процессов на ЭВМ: Метод. указания / Сост.: М.В.Шкаруба, А.Д.Эрнст. Омск, 2006. 19. Эрнст А.Д. Расчет токов короткого замыкания в электрических системах: Учеб. пособие / А.Д.Эрнст. Омск, 2009.
3. Федоров А.А. Основы электроснабжения промышленных предприятий / А.А.Федоров, В.В.Каменева. М., 1984.
4. Жуков В.В. Короткие замыкания в электроустановках постоянного тока / В.В.Жуков. М., 2005.
5. Расчет коротких замыканий и выбор электрооборудования: Учеб. пособие / И.П.Крючков [и др.]; Под ред. И.П.Крючкова и В.А.Старшинова. М., 2005.
6. Куликов Ю.А. Переходные процессы в электрических системах: учеб.пособие для вузов/ М-во образ. РФ. Новосибирский ГТУ. – Новосибирск – Москва: НГТУ, Мир, АСТ, 2003.
7. Буль О.Б. Переходные процессы в электрических машинах и аппаратах и вопросы их проектирования

Бақылау сұрақтары

1. Доғаның активті кедергісін анықтау?
2. Электрлік доға дегеніміз не?
3. Электрлік доғаны КЗ-мен есептеу;
4. Жартылай өткізгіштердің КЗ-тегі активті кедергінің ұлғаюын қалай табады?
5. Активті кедергінің бастапқы температуралық мәні.

БӨЖ –ның тапсырмалары:

- 1 Жүктеме реттеу эффектісі және оның тұрақтылыққа әсері.