

Գ.Ս. ՆԵՐՍԵՍՅԱՆ, Ժ.Ս. ՄԻՐԶԱԲԵԿՅԱՆ, Լ.Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ,
Ս.Գ. ՆԵՐՍԻՍՅԱՆ

ԳԵՐԲԵՌՆԱՎՈՐՎԱԾ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՑԱՆՑԵՐՈՒՄ ՄԻԱԶԻՂ ՈՒԺԱՅԻՆ ԿԱԲԵԼՆԵՐԻ ՇԱՀԱԳՈՐԾՄԱՆ ԺԱՄԱՆԱԿԱՄԻՋՈՑԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ

Էլեկտրահաղորդման սարքավորումների օգտագործման ժամանակ էլեկտրական ցանցերը հաճախ շահագործվում են գերբեռնավորման ռեժիմներում: Դիտարկվել են միաջիղ ուժային կաբելների գերբեռնավորման ռեժիմները, և որոշվել է համապատասխան հոսանքի թողարկման դեպքում կաբելների շահագործման ժամանակամիջոցը:

Առանցքային բառեր. ուժային կաբել, էլեկտրական ցանց, մեկուսիչ, ջերմահաղորդականություն, ջերմային դաշտ:

Էլեկտրահաղորդման սարքավորումների արդյունավետ կիրառումը մեծ նշանակություն ունի էլեկտրահաղորդման ցանցերի շահագործման գործում, հատկապես ԱՊՀ երկրների համար, քանի որ Խորհրդային Միության փլուզումից հետո ԽՍՀՄ ընդհանուր էներգահամակարգը մասնատվեց առանձին փոքր համակարգերի, և գրեթե բոլոր երկրներում էլեկտրահաղորդման սարքավորումների թողարկումն իրականացվում էր թույլատրելի հոսանքի թողունակության աստիճանից բարձր ռեժիմներում: Նման դեպքերում անհրաժեշտ է հաշվի առնել յուրաքանչյուր տեղանքի հոսանքի թողունակության բարձրացման հնարավոր աստիճանը, ինչպես նաև կաբելների թողարկման ժամանակամիջոցը: Այս կախվածությունները որոշվում են կաբելների ջերմային հաշվեկշռից:

Էներգիայի պահմանման օրենքի համաձայն՝ կաբելներում առաջացած ջոուլյան և շրջապատող միջավայր հաղորդված ջերմային էներգիաների տարբերությունը հանգեցնում է կաբելի տաքացման [1].

$$(I_c^2 R_c - \vartheta / S_{eq}) d\tau = C_{eq} d\vartheta, \quad (1)$$

որտեղ I_c -ն կաբելի միջով անցնող հոսանքի մեծությունն է, U ; R_c - ն՝ կաբելի միավոր երկարության դիմադրությունը, $\Omega/\text{մ}$; $\vartheta = T_c - T_{am}$ -ը՝ կաբելի հաղորդիչ ջրի և շրջապատող միջավայրի ջերմաստիճանների տարբերությունը, $^{\circ}\text{C}$; S_{eq} -ը՝ մեկուսիչ շերտերի գումարային ջերմային դիմադրությունը, $\text{մ}^2\text{C}/\text{Վտ}$; τ -ն՝ տաքացման ժամանակամիջոցը, վ; իսկ C_{eq} -ը՝ միավոր երկարության կաբելի լրիվ ջերմունակությունը, $\text{Ջ}/\text{մ}^{\circ}\text{C}$ [2]:

Ինտեգրելով (1) հավասարումը՝ ստանում ենք.

$$\tau = -C_{eq} S_{eq} \ln(I_c^2 R_c - \theta / S_{eq}) + c_1, \quad (2)$$

որտեղ ինտեգրման C_1 հաստատունը որոշվում է $\tau = 0, \vartheta = 0$ միանիշտության պայմաններից. կաբելը գտնվում է հանգստի ռեժիմում: Տեղադրելով C_1 -ի արժեքը

(2) հավասարման մեջ՝ ստանում ենք տաքացման ժամանակամիջոցի, հոսանքի ուժի և ջերմային դիմադրության հետևյալ կախվածությունը.

$$\tau = -C_{eq} S_{eq} \ln \left[\left(I_c^2 R_c - \vartheta / S_{eq} \right) / I_c^2 R_c \right]: \quad (3)$$

Եթե ընդունենք, որ $I_c = I_{em}$ -ը վթարային պայմաններում հոսանքի ուժն է, ϑ_{em} -ը՝ վթարային ռեժիմում կաբելի հաղորդիչ ջրի (T_{em}) և շրջապատող միջավայրի (T_{am}) ջերմաստիճանների տարբերությունը, իսկ $T_a = C_{eq} S_{eq}$ -ը՝ ժամանակի հաստատունը, ապա (3) հավասարումը կունենա հետևյալ տեսքը.

$$\tau = -T_a \ln \left(1 - \vartheta_{em} / m^2 \vartheta_r \right), \quad (4)$$

որտեղ m -ը կաբելի հոսանքի թողունակության բարձրացման աստիճանն է, $m = I_{em} / I_r$, իսկ $\vartheta_r = I_c^2 R_c S_{eq}$ -ը՝ անվանական ռեժիմում ջերմաստիճանային էջքը:

Երբ $\tau \rightarrow \infty$, ստանում ենք կաբելի հոսանքի թողունակության թույլատրելի բարձրացման աստիճանը՝

$$m = \sqrt{\vartheta_{em} / \vartheta_r}: \quad (5)$$

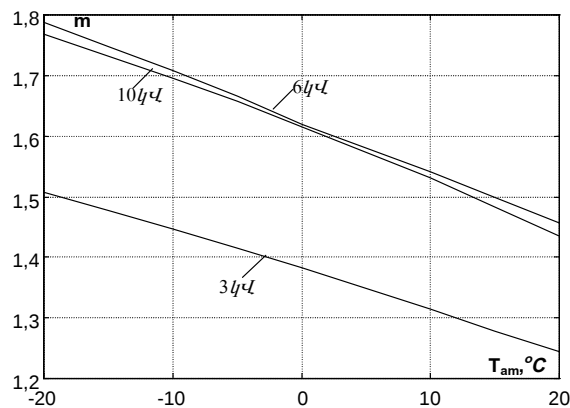
Վերլուծական հետազոտությունների համար ուժային կաբելների համապատասխան ջերմաստիճանի արժեքները վերցվում են աղյուսակ 1-ից (ԳՈՍՏ 18410-73): Այս դեպքում ստանում ենք 1...3, 6, և 10 *կՎ* ուժային կաբելների համար հոսանքի թողունակության բարձրացման թույլատրելի աստիճանի (m_{per}) կախվածությունը շրջապատող միջավայրի ջերմաստիճանից (ϑ_{am}): Հաշվարկները կատարված են այն դեպքերի համար, երբ ուժային կաբելներն անցնում են օդային միջավայրով (նկ.1), տեղադրված են գրունտում՝ $h=0,7$ մ խորության վրա (նկ.2): Ըստ ԳՈՍՏ 18410-73-ի՝ միջավայրի ջերմաստիճանի արժեքը (T_{am}) ընդունվում է 15 °C, եթե կաբելը տեղադրված է հողում, և 25 °C, եթե այն անցնում է օդով:

Աղյուսակ 1

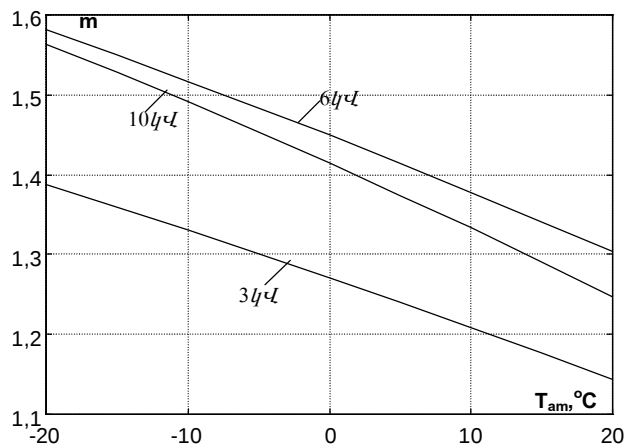
Ջերմաստիճաններն ու ջերմաստիճանային էջքը վթարային և անվանական ռեժիմներում, գրունտում և օդում (համաձայն ԳՈՍՏ 18410-73-ի)

Լա- բումը, <i>կՎ</i>	Հաղորդչի վթարային ջերմաս- տիճանը $T_{em}, ^\circ C$	Հաղորդչի անվանական ջերմաստիճանը $T_r, ^\circ C$	Ջերմաստիճա- նային էջքը գրունտում $\vartheta_r, ^\circ C$	Ջերմաստիճա- նային էջքը օդում $\vartheta_r, ^\circ C$
1...3	105	80	65	55
6	105	65	50	40
10	90	60	45	35

Ինչպես երևում է նկ.1-ից և 2-ից, կաբելի հոսանքի թողունակության թույլատրելի բարձրացման աստիճանը հակադարձ համեմատական է շրջապատող միջավայրի ջերմաստիճանին. որքան բարձր է շրջապատող միջավայրի ջերմաստիճանը, այնքան փոքր է սահմանային թույլատրելի վթարային հոսանքի ուժի մեծությունը: Գրաֆիկներից հետևում է նաև, որ կորերից ներքև կաբելները թողարկելու դեպքում (անվանական ռեժիմ) դրանք կաբելի է թողարկել անընդհատ, իսկ կորերից վերև (հոսանքի թողունակության բարձրացման ռեժիմ) ընդհատ՝ որոշակի տևողությամբ:



Նկ.1. 1...3, 6, 10 կՎ պղնձե միաջիղ ուժային կաբելների ($f=120$ մմ²) հոսանքի թողունակության թույլատրելի բարձրացման աստիճանի կախվածությունը միջավայրի ջերմաստիճանից, երբ կաբելներն անցնում են օդով



Նկ.2. 1...3, 6, 10 կՎ պղնձե միաջիղ ուժային կաբելների ($f=120$ մմ²) հոսանքի թողունակության թույլատրելի բարձրացման աստիճանի կախվածությունը միջավայրի ջերմաստիճանից, երբ կաբելները տեղադրված են գրունտում՝ $h=0,7$ մ խորությամբ

Երբ մեծանում է կաբելների էլեկտրական բեռնվածությունը, հարկ է լինում որոշել վերջիններիս գերբեռնվածության աստիճանը, ինչպես նաև շահագործման թույլատրելի տևողությունը: Միաջիղ ուժային կաբելներում հոսանքի թողունակությունը կարելի է բարձրացնել թե՛ անվանական, թե՛ հանգստի ռեժիմներից:

Անվանական ռեժիմի դեպքում կաբելների թողարկման ժամանակամիջոցը որոշվում է (2) հավասարումից: Այս դեպքում C_1 ինտեգրալային հաստատունը որոշվում է $(\tau = 0, \vartheta = \vartheta_r)$ պայմաններից.

$$C_1 = T_a \ln(I_c^2 R_c - \vartheta_r / S_{eq}): \quad (6)$$

Տեղադրելով C_1 -ի արժեքը (2) հավասարման մեջ և հաշվի առնելով, որ $I_c = I_{em}$, $\vartheta = \vartheta_{em} = T_{em} - T_{am}$, ստանում ենք.

$$\tau = -T_a \ln[(m^2 - \vartheta / \vartheta_r) / (m^2 - 1)]: \quad (7)$$

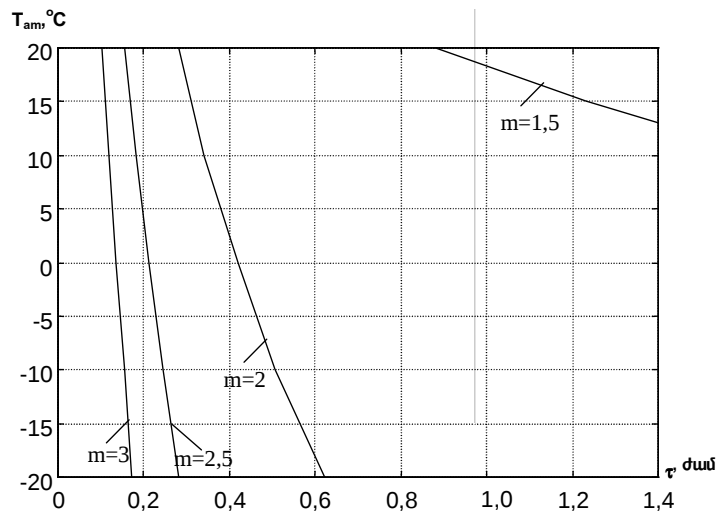
Աղյուսակ 2-ում բերված են 1...3, 6, 10 կՎ լարման թղթայուղային ուժային կաբելների ժամանակի հաստատունի (T_a) արժեքները՝ կախված ջրի նյութի տեսակից և տեղադրման միջավայրից [2,3]:

Աղյուսակ 2

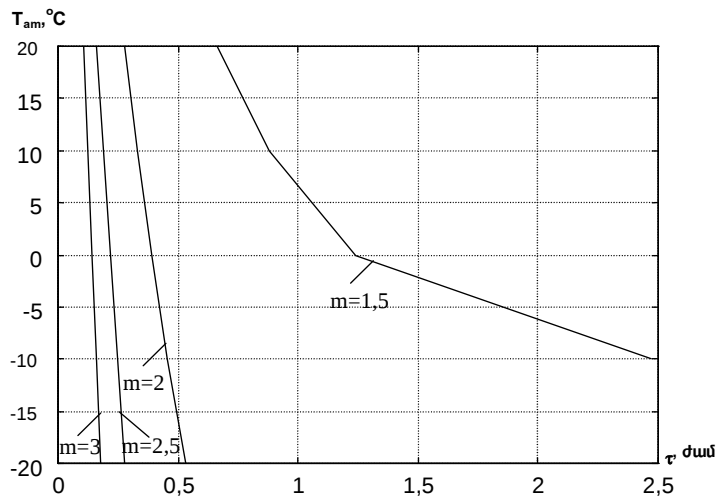
Թողարկման ժամանակի հաստատունի արժեքները միաջիղ թղթայուղային մեկուսացումով ուժային կաբելներում

Կաբելի լարումը, կՎ	Կաբելի կտրվածքի մակերեսը, մմ ²	Այլումինե ջղով կաբելներ		Պղնձե ջղով կաբելներ	
		Հողում T_a (ժամ)	Օդում T_a (ժամ)	Հողում T_a (ժամ)	Օդում T_a (ժամ)
1...3	50	0.317	0.210	0.402	0.274
	70	0.332	0.221	0.445	0.307
	95	0.348	0.234	0.494	0.346
	120	0.382	0.263	0.563	0.403
6	50	0.328	0.190	0.426	0.228
	70	0.343	0.191	0.472	0.325
	95	0.360	0.203	0.524	0.367
	120	0.395	0.228	0.597	0.427
10	50	0.362	0.174	0.474	0.230
	70	0.379	0.184	0.525	0.258
	95	0.398	0.194	0.583	0.291
	120	0.437	0.218	0.664	0.339

Օգտվելով (T_a)-ի արժեքից՝ (7) արտահայտությամբ որոշում ենք կաբելների՝ հոսանքի թողունակության բարձրացման թույլատրելի աստիճանից կախված շահագործման ժամանակամիջոցը՝ տարբեր միջավայրերի (օդ, գրունտ) դեպքում (նկ. 3 և 4):



Նկ.3. 10 կՎ պղնձե միաջիղ ուժային կաբելների ($f=120$ Վ/ժ) թողարկման ժամանակամիջոցի կախվածությունը շրջապատող միջավայրի ջերմաստիճանից, երբ կաբելներն անցնում են օդով



Նկ.4. 10 կՎ պղնձե միաջիղ ուժային կաբելների ($f=120$ Վ/ժ) թողարկման ժամանակամիջոցի կախվածությունը շրջապատող միջավայրի ջերմաստիճանից, երբ կաբելները տեղադրված են գրունտում՝ 0,7 մ խորությամբ

Երբ կաբելի ջերմաստիճանը գերազանցում է կրիտիկական արժեքը, այն անհրաժեշտ է անջատել: Այդ դեպքում կաբելի հովացման հաշվեկշիռը կաբելի է ներկայացնել հետևյալ տեսքով.

$$\left(-\partial/S_{eq}\right)d\tau = C_{eq}d\vartheta, \quad (8)$$

որի ինտեգրումից ստանում ենք՝

$$\tau = -T_a \ln(\vartheta/\vartheta_{em}): \quad (9)$$

(9) հավասարումը հնարավորություն է տալիս որոշելու կաբելների հովացման անհրաժեշտ ժամանակամիջոցը մինչև հանգստի ռեժիմ (ϑ -ն ձգտում է միջավայրի ջերմաստիճանի արժեքին): Նույն հավասարումը կաբելի է կիրառել նաև հովացման համար, երբ այն կատարվում է մինչև անվանական ռեժիմ ($\vartheta = \vartheta_r$):

Ուսումնասիրությունը կատարվել է գրունտում տեղադրված, հատույթի 120 մմ² մակերես ունեցող 10 կՎ ուժային պղնձե միաջիղ կաբելի համար, որի տաքացման և հովացման գործընթացների բնութագրերը բերված են նկ. 5-ում: Կորերը ցույց են տալիս, որ կաբելի տաքացման և հովացման գործընթացի ընդհանուր տևողությունը (երբ $m(2)$ կազմում է.

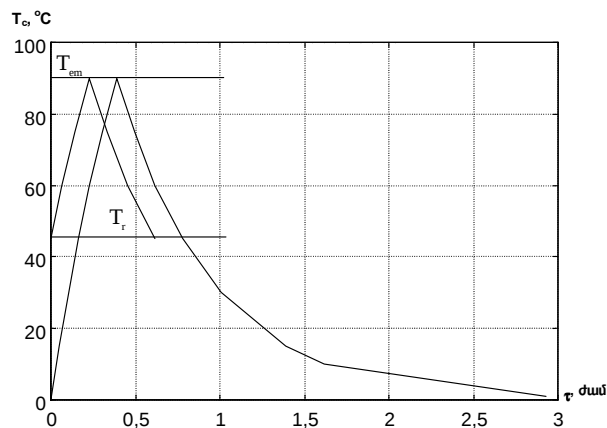
Գրունտում տեղադրված կաբելի համար.

- անվանական ռեժիմից՝ $\tau = 0,62$ ժամ,
- հանգստի ռեժիմից՝ $\tau \approx 3$ ժամ:

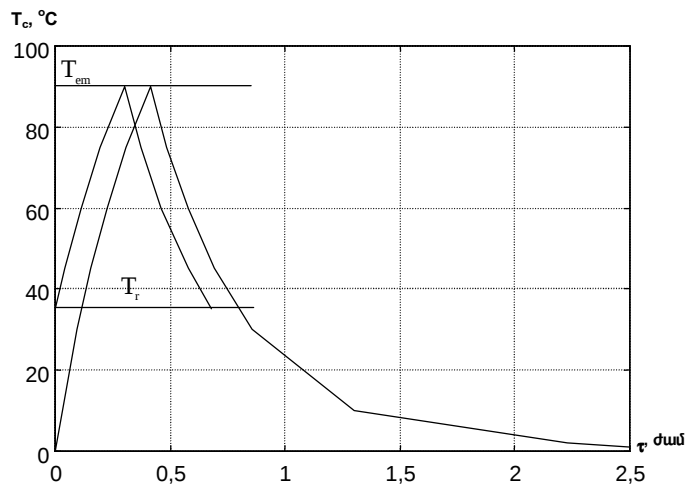
Օդով անցնող կաբելի համար (նկ.6)՝

- անվանական ռեժիմից՝ $\tau = 0,68$ ժամ,
- հանգստի ռեժիմից՝ $\tau \approx 2,4$ ժամ:

Այսպիսով, բերված կորերը հնարավորություն են տալիս որոշել կաբելների շահագործման տևողությունը գերբեռնավորված էլեկտրական ցանցերում, հետևաբար, խուսափել կաբելների խափանումներից:



Նկ.5. Հանգստի և անվանական ռեժիմներում 10 կՎ պղնձե միաջիղ ուժային կաբելների տաքացման և հովացման ցիկլերը, երբ կաբելները տեղադրված են գրունտում՝ $m=2$ և $T=0$ °C



Նկ.6. Հանգստի և անվանական ռեժիմներում 10 կՎ պղնձե միաջիղ ուժային կաբելների տաքացման և հովացման ցիկլերը, երբ կաբելներն անցնում են օդով՝ $m = 2$ և $T = 0$ °C

ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՑԱՆԿ

1. **Уиди. Б.** Кабельные линии высокого напряжения. –М.: Энергоатомиздат, 1983. –232 с.
2. **Привезенцева В. А.** Основы кабельной техники. –М.: Энергия, 1975. –472 с.
3. Справочник по климату СССР. Вып.16. –Л.: Гидрометеиздат, 1966. –212 с.

“Էներգետիկայի ինստիտուտ” ՓԲԸ: Նյութը ներկայացվել է խմբագրություն 03.05.2001:

**Դ. Տ. ՈՐՏԵՏՅԱՆ, Զ. Մ. ՄԻՐՅԱԲԵԿՅԱՆ, Լ. Տ. ՕԳԱՆԵՏՅԱՆ,
Տ. Դ. ՈՐՏԻՏՅԱՆ**

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ОДНОЖИЛЬНЫХ КАБЕЛЕЙ В ВЫСОКОНАГРУЖЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Проведено исследование одножильных силовых кабелей при эксплуатации в режиме перегрузки и повышении степени пропускаемости различных токов. Установлены сроки их эксплуатации.

**G. S. NERSESSYAN, G.M. MIRZABEKYAN, L.S. HOVHANNISSYAN,
S. G. NERSISSYAN**

DETERMINING THE OPERATING DURATION FOR ONE-PHASE POWER CABLES DEPENDING ON CURRENT TRANSMISSION INCREASE LEVEL

One-phase power cables in overload regimes have been studied and operating duration has been determined for various current transmission increase level.