

UOT 621.311.064.1.001.24

ELEKTRİK VERİLİŞ XƏTLƏRİNİN DAYANIQLIĞA GÖRƏ SƏRHƏD UZUNLUĞUNUN TƏYİNİ

SÜLEYMANLI L.E.

Barmek-Azərbaycan Elektrik Şəbəkəsi

Elektrik şəbəkələrində radial EVX-lər vasitəsilə bəslənən yüklər xeyli uzaqda yerləşsə onların statik dayanıqlığının pozulması təhlükəsi yarana bilər. Ona görə də, şəbəkə elə layihələnməlidir ki, xətlərin uzunluğu normativ ehtiyatı nəzərə almaqla dayanıqlığa görə yol verilən sərhəd qiymətindən böyük olmasın. Məqalə göstərilən sərhəd uzunluğunun təyin olunmasına həsr olunmuş və bu məqsədlə hesabat düsturu təklif edilmişdir. AC markalı naqilləri olan EVX-lərin müxtəlif en kəsikləri və gərginlikləri üçün sərhəd uzunluğunun ədədi qiymətləri tapılmışdır.

Radial elektrik şəbəkələrində ötürülən gücün verilmiş qiymətində EVX-lərin sərhəd uzunluğu əlverişli nominal gərginliyə, həmçinin yol verilən gərginlik düşküsünə görə ədəbiyyatda verilir [1]. Burada xəttin bəslədiyi yükün dayanıqlığı nəzərə alınmır, halbuki, nisbətən böyük uzunluqlarda bu amil həlledici rol oynaya bilər və xəttin yol verilən uzunluğunu xeyli məhdudlaşdırar.

Bununla əlaqədar olaraq müəllif əvvəlki tədqiqatlarında yükün dayanıqlığına görə radial şəbəkənin sərhəd müqavimətinin (x_S) təyin olunması üsulunu vermiş və onun ədədi qiymətlərini hesablamışdır [2]. Lakin bu müqaviməti bilmək əməli məqsədlər üçün kifayət deyildir; belə ki, elektrik şəbəkəsini düzgün layihə etmək üçün EVX-lərin dayanıqlığa görə sərhəd uzunluğunu bilmək vacibdir və hazırkı məqalə həmin uzunluğun tapılmasına həsr olunur.

Radial şəbəkənin müqaviməti dedikdə şəbəkənin sistemdən bəsləndiyi düyün ilə yükün U şinləri arasındakı dövrənin yekun müqaviməti nəzərdə tutulur. Ümumi halda bu dövrəyə radial xətlər, onların əvvəlindəki cərəyanməhdudlaşdırıcı reaktorlar və sonundakı alçaldıcı yarımstansiyanın transformatorları daxil ola bilər. Sadə olsun deyə, fərz edək ki, dövrədə reaktorlar yoxdur, həmçinin yükün ümumiləşmiş $P(U), Q(U)$ statik xarakteristikalarının alçaldıcı yarımstansiyanın yüksək tərəfinə nəzərən verildiyini nəzərə alsaq [3], bu halda x_S müqavimətinin [2]-də tapılmış qiymətləri yalnız radial xətlərə aid olacaqdır. Həmin qiymətlər nisbi vahidlərdə olub bazis gücünün $S_b = P_0$ və bazis gərginliyinin $U_b = U_n$ olması şəraitindədir; P_0 – yükün ilkin normal rejimdə işlətdiyi maksimal aktiv güc (MVt), U_n – xətlərin nominal gərginliyidir, (kV).

Sistemin bəsləyici düyünü ilə alçaldıcı yarımstansiyanı əlaqələndirən paralel xətlərin hamısı eyni olarsa, onda şəbəkənin sərhəd müqavimətinin xətlərin yekun müqavimətinə (x_Σ) bərabərliyini nisbi vahidlərdə belə ifadə etmək olar:

$$x_S = x_\Sigma = \frac{x_0 l_S P_0}{m U_n^2}, \quad (1)$$

burada x_0 – xəttin 1 km-nin induktiv müqaviməti, Om/km ; m – xətlər sayı; l_S – xətlərin x_S müqavimətinə uyğun olan sərhəd uzunluğudur, km .

Bir xətlə ötürülən gücü $P_x = P_0 / m$ işarə etsək və xəttin orta istismar gərginliyi ($1,05 U_n$) şəraitində

$$P_x = \sqrt{3} \cdot 1,05 U_n I_x \cos \varphi \cdot 10^{-3}$$

olduğunu nəzərdə tutsaq, (1) ifadəsindən xəttin sərhəd uzunluğunun hesabı üçün aşağıdakı hesabat düsturunu alarıq:

$$l_s = x_s \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot 1,05 I_x \cos \varphi} \cdot 10^3, \quad (2)$$

burada I_x – bir xəttin cərəyanı, (A) ; $\cos \varphi$ - yükün güc əmsalidir.

Yükün dayanıqlığı şəbəkənin normal və qəzadansonrakı rejimlərində təmin olunmalıdır. Buna uyğun olaraq hər rejim üçün ayrılıqda l_s uzunluğu tapılır, lakin (2) düsturunda I_x və x_s kəmiyyətlərinin baxılan rejimdəki hesabat qiymətlərindən istifadə edilir.

Həmin qiymətlərin seçilməsinə baxaq.

Normal rejim. Bu halda hesabat sxemində şəbəkə elementlərinin (xətlərin) hamısı iştirak edir və layihə zamanı EVX naqillərinin en kəsiyi (F) elə seçilir ki, normal rejimdə xətlərdən iqtisadi əlverişli cərəyanın (I_{iq}) axması təmin olunsun. Belə olduqda normal rejim üçün xəttin hesabat cərəyanını

$$I_x = I_{iq} = F j_{iq}$$

qəbul etmək əsaslandırılmış sayıla bilər və məqsədəuyğundur, j_{iq} - iqtisadi cərəyan sıxlığıdır, A/mm^2 .

Normal rejimdə radial şəbəkənin sistemdən bəsləndiyi düyündə statik dayanıqlığın gərginliyə görə normativ minimal ehtiyat əmsalı $K_U = 0,15$ qəbul olunur [4]. Həmin ehtiyata görə x_s müqavimətinin [2]-də göstərilən üsulla tapılmış qiymətləri cədvəl 1- də verilmişdir.

Qəzadansonrakı rejim. Bu halda qəza (yaxud təmir) nəticəsində şəbəkənin bəzi elementləri dövrədən açılmış olur və işdəqalan xətlərin cərəyanı normal rejimdəkinə nisbətən artır. Artmış cərəyanların qiyməti əsasən şəbəkənin birləşmə sxemindən asılıdır. Bu baxımdan yükün birtərəfli və ikitərəfli tipik bəslənmə sxemlərini araşdırmaq əməli əhəmiyyət kəsb edir.

Yük m sayda eyni paralel xətlərlə birtərəfli bəslənsə, onda xətlərdən birisi açıldıqda işdəqalan hər xəttin cərəyanı $m/(m-1)$ dəfə artır. Ən ağır halda ($m=2$ olduqda) cərəyan 2 dəfə artır, yəni

$$I_x = 2 I_{iq}$$

olur.

Yük $m = 2$ xətlə ikitərəfli (yəni sistemin 2 müxtəlif düyünlərindən) bəslənsə, onda çoxyüklənmiş xətt açıldıqda işdəqalan xəttin cərəyanı 2 dəfədən çox artır, lakin o, xəttin qızmaya görə yol verilən cərəyanından (I_q) böyük olmamalıdır. Beləliklə, baxılan halda xəttin hesabat cərəyanını

$$I_x = I_q$$

qəbul etmək düzgün olar.

Şəbəkənin yuxarıda baxılan tipik birləşmə sxemlərində xətdən axan cərəyanın normal rejimdəkinə nisbətən 2 dəfəyə qədər artmasına uyğun olan rejimini *ağırlaşmış*, cərəyanın I_q qiymətinədək artması halındakı rejimini isə *məcburi* rejim kimi qəbul edək. Ağırlaşmış rejimdə minimal ehtiyat əmsalı $K_U = 0,15$, məcburi rejimdə isə $K_U = 0,1$ [4]. Bu qiymətlərə müvafiq olan x_s sərhəd müqavimətləri cədvəl 1-də ($K_U = 0,15$ üçün) və [2]- də ($K_U = 0,1$ üçün) verilmişdir.

Cədvəl 1.

 $K_U=0,15$ olduqda x_S sərhəd müqavimətinin nisbi qiymətləri

Yükün SX	β	$K_p=0,3$				$K_p=0,6$				$K_p=0,9$			
		Güc əmsalı, $\cos\varphi$											
		0,85	0,9	0,95	0,97	0,85	0,9	0,95	0,97	0,85	0,9	0,95	0,97
Yastı	0	0,150	0,158	0,173	0,182	0,153	0,161	0,174	0,183	0,156	0,165	0,181	0,190
	0,3	0,123	0,130	0,137	0,141	0,130	0,135	0,141	0,145	0,133	0,140	0,149	0,152
	0,6	0,107	0,110	0,112	0,115	0,111	0,114	0,117	0,120	0,116	0,120	0,124	0,126
	1,0	0,088	0,089	0,090	0,091	0,092	0,093	0,094	0,095	0,098	0,099	0,100	0,101
Orta	0	0,230	0,247	0,272	0,285	0,240	0,259	0,286	0,304	0,250	0,270	0,306	0,325
	0,3	0,183	0,192	0,203	0,210	0,192	0,203	0,216	0,225	0,204	0,216	0,233	0,244
	0,6	0,147	0,153	0,158	0,163	0,159	0,165	0,172	0,175	0,171	0,178	0,189	0,192
	1,0	0,116	0,120	0,122	0,125	0,126	0,130	0,133	0,135	0,139	0,142	0,145	0,148
Dik	0	0,354	0,385	0,424	0,445	0,389	0,426	0,469	0,496	0,432	0,475	0,530	0,568
	0,3	0,263	0,280	0,298	0,308	0,292	0,311	0,333	0,348	0,329	0,352	0,383	0,400
	0,6	0,202	0,212	0,220	0,225	0,227	0,238	0,249	0,257	0,260	0,274	0,290	0,300
	1,0	0,153	0,155	0,161	0,165	0,172	0,178	0,183	0,189	0,201	0,209	0,217	0,222

Qeyd: $\beta = r_s / x_s$.

Beləliklə, EVX-nin nominal gərginliyi, naqillərin markası, yükün güc əmsalı, həmçinin I_x və x_s kəmiyyətləri məlum olarsa (2) düsturu üzrə baxılan rejim üçün xəttin l_s sərhəd uzunluğu təyin edilə bilər. Fiziki mahiyyətə l_s – radial EVX-lər vasitəsilə bəslənən elektrik tələbatçılarının (yükün) dayanıqlığa görə minimum ehtiyatla işləməsinin təmin etmək üçün xətlərin yolverilən maksimal uzunluğudur. Belə ki, xəttin həqiqi uzunluğu $l > l_s$ olarsa, yükün statik dayanıqlığının pozulması (yəni tələbatçıların işçi rejimlərini davam etdirə bilməməsi) təhlükəsi yaranır ki, buna da yol vermək olmaz.

(2) düsturu üzrə müxtəlif gərginlikli EVX-lərin l_s sərhəd uzunluğu təyin edilmiş və hesabat aşağıdakı şəraitdə aparılmışdır: naqillərin markası – AC (əməli istifadə olunan bütün en kəsiklər); iqtisadi cərəyan sıxlığı $j_{iq} = 1, 1,1 A/mm^2$; yükün gərginliyə görə statik xarakteristikaları $Q(U)$ üçün – ümumiləşmiş yastı, orta və dik [3], $P(U)$ üçün – maili düz xətt (tənzimləmə effekti $K_p=0,3 \div 0,9$); güc əmsalı $\cos\varphi=0,85 \div 0,97$; şəbəkənin rejimləri – normal ($K_U=0,15$), ağırlaşmış ($K_U=0,15$), məcburi ($K_U=0,1$).

Nümunə kimi cədvəl 2-də yükün orta $Q(U)$ statik xarakteristikası, $K_p=0,3$ və $j_{iq} = 1,1 A/mm^2$ şəraitində 110 kV-luq radial EVX-lərin dayanıqlığa görə l_s sərhəd uzunluqları göstərilmişdir.

Cədvəl 2

110 kV-luq radial xəttin dayanıqlığa görə sərhəd uzunluqları, km

Naqilin markası	Rejimlər											
	Normal				Ağırlaşmış				Məcburi			
	Güc əmsalı, $\cos\varphi$											
	0,85	0,9	0,95	0,97	0,85	0,9	0,95	0,97	0,85	0,9	0,95	0,97
AC-70	246	240	233	234	123	120	116	117	76	77	73	74
AC-95	216	213	208	210	108	107	104	105	75	73	72	73
AC-120	189	187	183	185	94	94	91	93	70	69	69	69
AC-150	166	165	161	164	83	82	81	81	67	66	66	67
AC-185	146	144	142	145	73	72	71	73	62	62	62	63
AC-240	123	123	123	127	62	62	62	63	57	57	58	60
AC-300	105	104	105	107	52	52	52	53	53	54	55	55

NƏTİCƏ

1.Radial şəbəkələrdə yükün statik dayanıqlığına görə bəsləyici xətlərin yolverilən sərhəd uzunluğunun təyin olunması üçün hesabat düsturu verilmişdir.

2.Müxtəlif gərginlikli şəbəkələrdə AC markalı naqilləri olan xətlərin əməli təsadüf olunan bütün en kəsikləri üçün dayanıqlığa görə sərhəd uzunluğunun ədədi qiyməti hesablanmışdır.

3.Müəyyən olunmuşdur ki, yükün güc əmsalının dəyişməsi EVX-nin sərhəd uzunluğuna cüzi təsir göstərir və şəbəkənin layihəsi zamanı l_s uzunluqlarının orta güc əmsalına ($\cos\varphi=0,9$) uyğun olan qiymətlərindən istifadə etmək olar.

-
1. *Г.С.Лисовский, М.Э.Хейфиц.* Главные схемы и электротехническое оборудование подстанций 35-500 кВ.-М.: Энергия, 1970.-368с.
 2. *Süleymanlı L.E.* // Enerqetikanın problemləri. – 2003.-№1.-s.47-50.
 3. *Гуревич Ю.Е.* и др. Устойчивость нагрузки электрических систем.-М.: Энергоиздат, 1981.-208 с.
 4. *Лисицын Н.В.* и др. Единая энергосистема России.-М.: Издательство МЭИ, 1999.-284 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНОЙ ДЛИНЫ ЛЭП ПО УСТОЙЧИВОСТИ

СУЛЕЙМАНЛИ Л.Э.

При значительном удалении нагрузок электрической сети, питающихся радиальными ЛЭП может возникнуть опасность нарушения их статической устойчивости. Поэтому сеть должна быть спроектирована таким образом, чтобы длины линий не превышали допустимые предельные значения по устойчивости с учетом нормативного запаса. Настоящая статья посвящена определению указанной предельной длины и предложена с этой целью расчетная формула. Найдены численные значения предельной длины ЛЭП с проводами марки АС для различных сечений и напряжений.

DEFINITION OF ELECTRICITY TRANSMISSION LINES' LIMITING LENGTH ON STABILITY

SULEYMANLI L.E.

At significant distance of loadings of the electric networks supplied from radial electricity transmission lines (ETL) there can be a danger of infringement of their static stability. Therefore the network should be designed so that lengths of lines did not exceed allowable limiting values on stability in view of a normative stock. Present article is devoted to definition of the specified limiting length and the calculation formula is offered. Numerical values of ETL's limiting length with wires of AC mark for various cross sections and voltages are found.