

VOT 621.311.151

GÜCÜ 5 MVT-A QƏDƏR OLAN KÜLƏK GENERATORLARININ İLDİRİM MÜHAFİZƏSİ

HƏSƏNOV Q. A., SƏMƏDZADƏ N. S.

Azərbaycan Texniki Universiteti, "Azərişiq" ASC

Külək elektrik qurğularının ildırım mühafizəsi. "Yeni Yaşma" külək elektrik parkının yerləşdiyi ərazi ildırım aktivliyinə görə Abşeron yarımadasının illik ildırım intesivliyi 35 saata çıxan külək parkıdır. Yer səthindən yüksələn obyektlərdən ildırımlı buludlara tərəf qarşılıqlı liderlərin yönəlməsilə bütün külək qurğu parkının ərazisi üçün illik ildırım vurmaların sayı hesablanmışdır.

Açar sözlər: külək energetik qurğusu, ildırım mühafizəsi, ifrat gərginlik, ildırımlı saatlar, kabel xətləri.

Abşeron zonası üçün verilmiş illik 30-35 saatlıq ildırım aktivliyinə görə yer səthindən orta 100 m-lik hündürlükdəki külək qurğularının yerləşdiyi Yeni Yaşma parkı 5 km² ərazisinin illik ildırım vurma ehtimalı 12 dəfədir. Qlobal iqlim dəyişmələri şərtində ildırım aktivliyinin artımları müşahidə edilir. İldırım vurma faktoruna yer səthindən 90-150 m yüksəklikdə olan külək çarxının qüllələri güclü təsir edir. Təhlükəli ildırım vurmalarında, yalnız külək çarxının ildırım vurmaları deyil, həm də ildırım təsirlərinin induksiya növü qorxuludur. Çünki külək generatorunun ildırım impulsuna davamlılığı yüksək deyildir. İllik xüsusi ildırım vurmaların sayı yığcam ərazidə aşağıdakı kimi hesablanır:

$$n_{\text{xüsüllik}} = 6.7 \cdot (A+7H) \cdot (B+7H) \cdot 10^{-6}$$

burada A, B, H – parkın və külək qurğularının metrnlərlə verilmiş ölçüləridir, bizim halda A=1500 m, B=2000 m və H =110 m-dir.

Göründüyü kimi, yer səthindəki obyektlər onların yığcam yerləşdiyi bütün ərazidən ildırım vuran liderləri toplayaraq artırır. Küləyin sürəti 10-12 m/san olduqda çarxın arxasında yüz metrnlərlə uzanan turbulent hava axını meydana çıxır.

Külək energetik qurğularının külək generatoru ilə yerində birləşmiş yüksək gərginlik transformatoru 0,66/20 kV və həmin transformatorun baş yüksəldici yarımstansiyaya birləşdirilməsi, müxtəlif gərginlikli və en kəsiklərinə malik kabellərlə yerinə yetirilir. Bəzən birləşdirici kabellərin uzunluğu 2-3 km-ə çatır. Bu halda aqreqatın YG transformatoru və onunla əlaqəli olan külək generatorunun ildırım mühafizəsi və onunla əlaqəli olan külək generatorunun ildırım mühafizəsi İGM ifrat gərginlik məhduləşdiriciləri ilə mühafizə olunmalıdır. Kabellər müxtəlif uzunluqları və xarakteristikaları səbəbindən transformator və generatorun ildırımdan mühafizəsi bir daha hesablamalarla təsdiqlənməlidir, şəkl.1.a,b.

İldırım vurmada yaranan dalğa transformatorun generatora çəkilmiş kabelin 15-25 Om müqavimətində sınaq 5-10 dəfə azalır. Bu zaman kabelin kiçik qiymətli dalğa müqaviməti boşaldıcı rolunu oynayır. Çoxlu sayda kabel birləşmələrindən ibarət Baş yüksəldici yarımstansiyaya (BYY) yayılan bu təsir İGM işləməsi üçün gərginliyin qiymətinə imkan vermir. Yəni Kabellərin transformator və generatora birləşən uc nöqtələrində dalğanın amplitudası 2 qat qiymətə çatsa da təhlükəli qiymətlərə çıxmır. Lakin külək aqreqatlarının keçid proseslərini təyin edən zaman sabiti kiçik olduğundan bu generatorlarda ifrat gərginliyin qiyməti daha böyük qiymətlərə çıxır.

Kabeldə çoxsaylı qayıtmalar olduğundan onun tutumu aşağıdakı kimi hesablanacaqdır:

$$C_k = \frac{1}{z_k v_k} \cdot l_k \quad (1)$$

Burada $v_k = 160 \frac{m}{mksan}$, l_k -kabelin uzunluğu, m-lə. Tutumun bu şəkildə hesablanması $z_1 \gg z_k \gg z_{tr}$ nisbəti ödəndikdə mümkündür. Məsələn, $z_k=20$ Om və $l_k=1200$ m olarsa, $C_k = 0,372$ mkF olar. Belə tutumun yaratdığı zaman sabiti 110 mksan olacaqdır. Deməli dalğanın cəbhəsində gərginliyin artımı həmin zaman sabitilə sənaye tezliyindən 1000 dəfə sürətli olacaqdır. Belə artım sürəti ildırım dalğasına nisbətən dik cəbhə sayılır. Əgər bu anda İGM təsir edərsə, transformatorada gərginlik aşağıdakı kimi hesablanır:

$$U_{tr} = U_{a\zeta} + \frac{z_k}{z_1} (2U_0 - U_{a\zeta}) \quad (2)$$

İldırım boşalmasında meydana çıxan qısa müddətli impuls, hesabatlarda çərbucaqlı cərəyan i_{ild} təsiri kimi qəbul edilir. İldırım impulsunun real proseslərə yaxın formaları aşağıda verilmişdir:

tam impuls üçün:

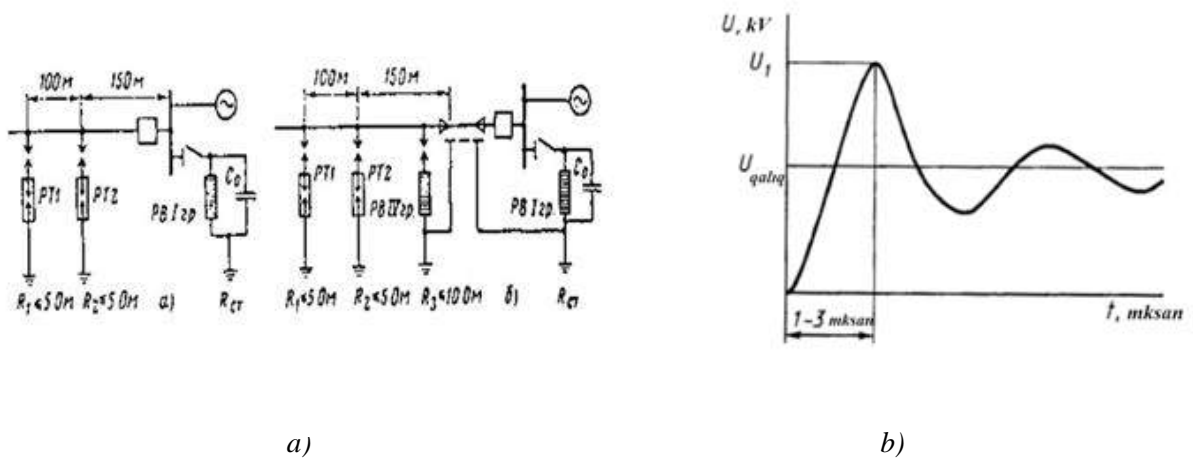
$$i_{ild}(\tau) = I_0 (e^{-\beta_1 \tau} - e^{-\beta_2 \tau}) \quad (3)$$

və ya $\tau=\tau_0$ anında kəsilmiş impuls üçün;

$$i_{bkl}(\tau) = a \tau \quad (4)$$

Hər iki halda yüksək gərginlik qurğu və avadanlıqlarının aktiv müqavimətlərinə düşən impuls gərginliyinin forması da eyni ifadələrlə dəyişəcəkdir. Lakin ildırımdan qorunan obyekt L, R, J-nin mürəkkəb birləşmələrindən ibarət olduqda hesabatlar inteqral çevrilmələrin və bükülmə teoreminin alqoritmləri ilə aparılacaqdır. Elektrik dövrəsinin hər hansı nöqtəsində gərginlik, təsir gedən cərəyana görə aşağıdakı operator formasında yazıla bilər:

$$U_x(p) = I_{ild}(p) \cdot Z_{gir}(p) \quad (5)$$



Şək.1. a) gücü 5 MVt-a qədər olan külək generatorunun ildırım mühafizə sxemi və b) ifrat gərginlik əyriləri.

burada $Z_{gir}(p) = \frac{(R + pL) \cdot R_b}{R_b + R + pL}$ ifadəsi ilə təyin edilən giriş müqavimətidir. R və L

ildırım dalğası düşən obyektin gövdəsinin və torpaqlanma konturunun akti və induktiv müqavimətləri, R_b – boşaldıcının impuls təsiri ilə açılan qeyri xətti müqavimətidir. Transformatorlara düşən impuls cərəyanları $Z_{gir}(p) = 1/pC$ tutum müqavimətindən keçir.

Mühafizə olunan obyektin qoruma məsafəsində xəttin uzunluğunu (120 mm qəbul edilir) və digər elementlər üçün L , R və C -dən ibarət bir dövrə olduğunu qəbul edək. Bu halda $Z_{gir}(p) = \frac{(R + pL) \cdot 1/pC}{R + pL + 1/pC}$ kimi ifadə edilir. Qaçan dalğalar metodunda bu müqavimət

ekvivalent xətlərlə əvəz edilir. İnteqral çevrilmələrdə isə, $Z_{gir}(n)$ olduğu kimi hesablanır. Bunun üçün, aşağıdakı giriş müqavimətinin ifadəsi yazılır:

$$Z_{gir}(p) = (R + pL) / (p^2 LC + pRC + 1) \quad (5)$$

(3) $-d$ $Z(p) = (R + pL)$ və $Q(p) = p^2 LC + pRC + 1$ əvəzləməsi aparılır. Sonra, $Z_{gir}(p) \cdot Q(p) = E(p)$. Bu funksiyanın sürət çevirməsi $e(t) = R + L\delta(t)$, məxrəci isə, $q(t) = LC\delta'(t) + PC\delta(t) + 1$ kimi yazılır. $E(p)$ -ni (4) formulasına uyğun şəkildə çevirdikdə aşağıdakı ifadəni yazmaq olar:

$$g(t) = \int_0^t Z_{gir}(t - \tau) \cdot q(\tau) d\tau \quad (6)$$

ifadəsi alınır. (6) ifadəsində axtarılan funksiya $Z_{gir}(t)$ olduğundan, onu inteqral tənlik kimi həll edilir. $Z_{gir}(t)$ funksiyanı hesablamaq üçün (6) inteqralı T sabit addımlarla cəmlənir. Sonra, $Z_{gir}[n]$ olaraq ümumi hədd kimi aşağıdakı rekurrent ifadə ilə bir sıra şəkildə hesablanır:

$$Z_{gir}[n] = \frac{g[n]}{\Delta t \cdot q[0]} - \sum_{m=1}^{n-1} \frac{z_{gir}[n] \cdot q[n-m]}{q[0]} \quad (7)$$

$e(t)$ və $q(t)$ ifadələrində birinci və ikinci dərəcəli impuls $\delta(t)$ və $\delta'(t)$ funksiyalar iştirak edir. Bu funksiyalar hesabatlarda p və p^2 kimi Laplas çevirmə operatorlarından alınır.

Nəticələr:

1. Yeni Yaşma külək parkında illik ildırım vurmalarının ehtimalları və xüsusi sayın ehtimalı 12 dəfə hesablanmışdır.
2. Külək mühərriki – transformator və kabel birləşmələrin ildırım mühafizəsinin ekvivalent sxemi işlənmişdir.
3. İnteqral tənliklər üsulu ilə ildırım mühafizəsinin riyazi alqoritm ifadələri alınmışdır.
4. Hesabatlar aparılmış və gərginlik əyriləri qurulmuşdur.

-
1. *Həsənov Q. Ə.* Вєрпа олунан вє alternatив енерји қурғулары, Бақı 2018.
 2. *Твайделл Дж., Уэйр А.* Возобновляемые источники энергии: Москва, Энергоатомиздат, 1990. 392 стр.
 3. *Гусейнов А., Гусейнов Э.* Альтернативные источники энергии, Бақу, Мутарджим 2011. 256 стр.

4. Магомедов А.М. *Нетрадиционные возобновляемые источники энергии*. Махачкала, Юпитер 1996. 245 стр.

МОЛНИЕЗАЩИТА ВЕТРОГЕНЕРАТОРОВ ДО 5 МВт

ГАСАНОВ К.А., САМЕДЗАДЕ Н.С.

Грозовые защиты ветряных электрических устройств. По грозовой активности ветряного парка “Йени Яшма” Абшеронского полуострова в год составляет 35 часов. На объектах возвышающегося от поверхности земли к облакам создается встречные лидеры разрядов, стремящиеся к разряду. Они увеличивают количества поражений молнией.

Ключевые слова: ветряные энергетические устройства, молния защиты, перенапряжения, грозовые часы, кабельные линии.

LIGHTNING PROTECTION OF WIND GENERATORS UP TO 5 MW

HASSANOV G.A., SAMADZADEH N.S.

Lightning protection of wind power installations. The location of the "Yeni Yaşma" wind power park which annual lightning intensity of the Absheron Peninsula for lightning activity is a wind park up to 35 hours. The number of annual thunderstorms for the territory of the entire wind farm has been calculated by focusing on mutual upgrades rising objects from the surface of the Earth towards the lightning clouds.

Keywords: wind power plant, lightning protection, extreme tension, lightning hours, cable lines.