

UOT 621.313

İSTİSMAR ZAMANI HAVA VERİLİŞ ÖTLƏRİX POLAD DAYAQLARININ BƏZİ MEXANİKİ QÜSURLARININ ANALİTİK TƏDQIQI

MƏMMƏDOV F.İ., MƏMMƏDZADƏ R.K.

Sumqayıt Dövlət Universiteti

Elektrik veriliş xətlərinin polad dayaqlarla layihə olunması ayrı-ayrı ölkələrdə müxtəlif konstruksiyalarda yerinə yetirilir. Onlar şəraitdən asılı olaraq hazırlanır və məsafəyə ötürülən gərginliyin qiymətindən asılı seçilir. Onların quraşdırılmasında üçbucaq, romb və başqa ferma birləşməsindən istifadə edilir. Məlumdur ki, metal dayaqlar açıq havada yerləşdirilir və bununla əlaqədar olaraq, onlar atmosferdəki müxtəlif təsirlərə məruz qalırlar. Burada dayaqların istismarı zamanı, onlar güclü Abşeron küləkləri təsirində olmaqla yanaşı eyni zamanda onların oturacaqlarının torpaqda yerləşən hissələri sürətli korroziyaya düşər olurlar. Beləliklə metal dayaqların istismarı məhdudlaşır. Metal dayaqlar adətən kəsik piramida formasında layihə edilir.

Burada əsas tillər bir-biri ilə üçbucaq formada çubuqlarla əlaqələndirilir ki, bu da tor əmələ gətirir. Belə dayaqların etibarlı və davamlı işləməsi bir çox faktorlardan asılıdır. Bu faktorlardan aşağıdakıları göstərmək olar: 1. Dayağın əsasını təşkil edən forma həndəsi dəyişməz olmalıdır. Burada çubuqlarla tillərin birləşməsi elə olmalıdır ki, dayağa atmosferin təsiri olduqda o, öz formasını həmişə saxlasın. 2. Fermanın fundament üzərinə qoyulması zamanı onun horizontalla paralelliyi təmin olunmalıdır. 3. HVX-in dayaqları torpaqlanmalı və ildırımın mühafizə qurğusu ilə düzgün təmin olunmalıdır.

Yuxarıda göstərilən amillərin hamısı eyni vaxtda baş vermir. Məsələn metal dayaq montaj olunarkən, onun oturacaq müstəvisində horizontalla tam paralellik çox vaxt təmin edilmir və bu da onun etibarlı işləməsini zəiflədir. Bundan başqa HVX-in dayaqlarına çox vaxt səpələnmiş külək yükü müxtəlif istiqamətlərdə təsir edir. Adları çəkilən amillərin təsiri texniki ədəbiyyatlarda lazımi dərəcədə işıqlandırılmayıb. Buna görə də təqdim olunan məqalədə HVX-ə səpələnmiş küləyin qüvvəsi təsir etdikdə və eyni zamanda dayağın oturacaq müstəvisi horizontalla bucaq əmələ gətirdikdə onun çubuqlarına və tillərinə göstərilən qüvvələrin təyin edilməsinə baxılır [1].

Şəkil 1-də HVX-in dayağının səpələnmiş qüvvələr təsirində olduğu göstərilmişdir. Qüvvələr sahəsinin B, C üst oturacaqdan aşağı h_0 məsafədə olduğu göstərilibdir. Həmin xətt 1-1 xəttidir. Burada qüvvələr sahəsinə P_4, P_5 və T_4 qüvvələri daxildir. Dayağın B_1A_1 tilinə səpələnmiş P qüvvəsi təsir göstərir. Dayağın oturacağının horizontalla əmələ gətirdiyi bucaq β -dir. P_5 sağ tilə P_4 isə sol tilə göstərilən təsir qüvvəsidir. Əvvəlcə N_1 nöqtəsinə və sonrada K nöqtəsinə görə qüvvələrdən moment alınmasına baxaq [1].

Bu məqsədlə dayağın ümumi hündürlüyünü h qəbul edək və üçbucaq formada çubuq birləşməsini hər bir üçbucağın oturacağına uyğun gələn hündürlük onlar arasında bərabər bölünür. Əgər dayağın oturacağı horizontalla β bucağı əmələ gətirərsə, onda dayağın sol

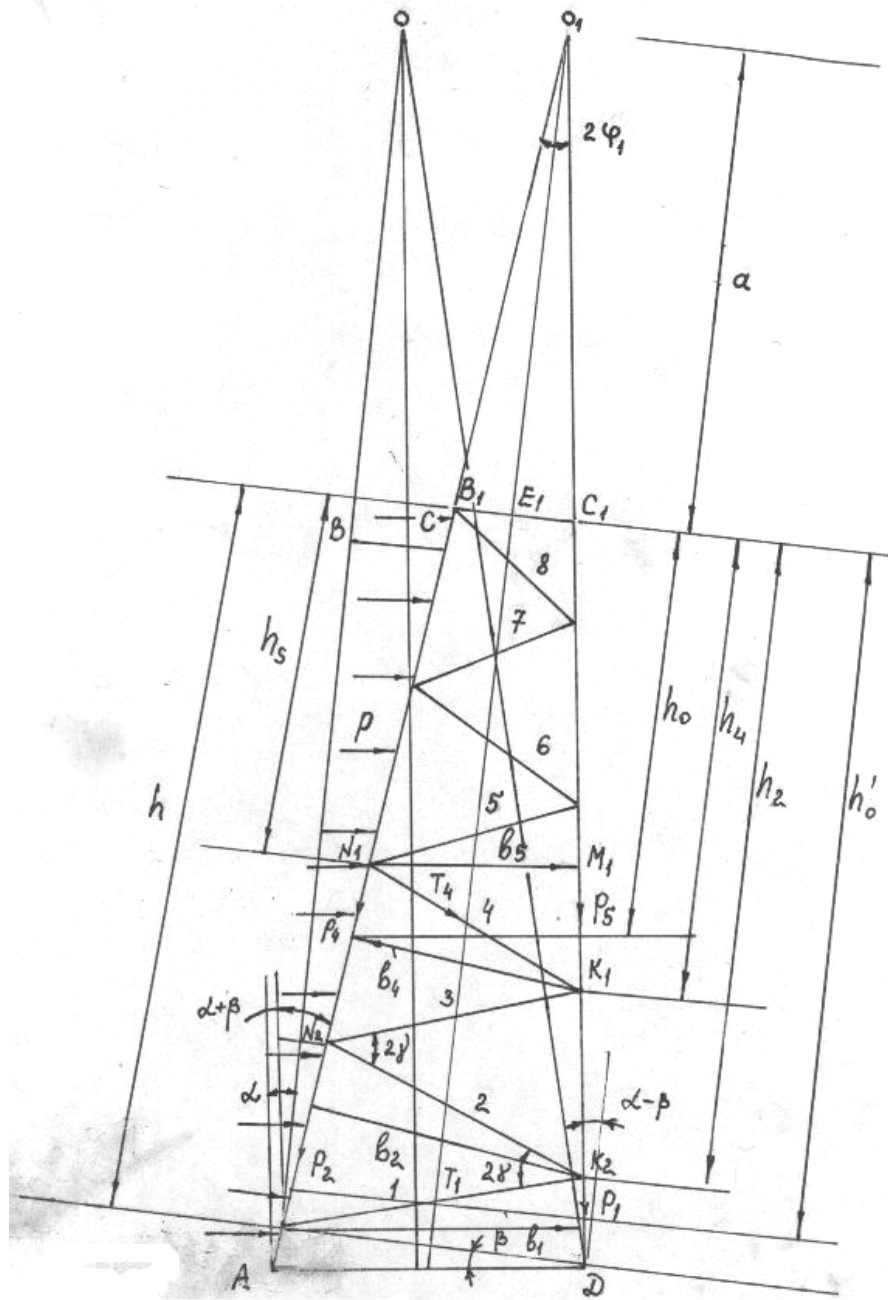
tərəfindəki üçbucaqların oturacaqları arasındakı hündürlüyün bölünməsi $\frac{h}{m \cos(\alpha + \beta)}$ onun

sağ tərəfində isə $\frac{h}{m \cos(\alpha - \beta)}$ kimi ifadə olunur. Əgər $\beta = 0$ olarsa hər iki tərəf üçün

bölünmə $\frac{h}{m \cos \alpha}$ ilə ifadə olunur. Tutaq ki, dayaq tilləri üzərinə düşən üçbucaq oturacaqları

sayı m -dir və $m=3$ qəbul edək. Bu halda çubuqların sayı 8-ə bərabər olur, onların

Tutaq ki, şəkildən göründüyü kimi dayağın oturacağı horizontala nəzərən β bucağı altında maili olduqda dayağın O təpə n.qtəsi (tillərin kəsişmə nöqtəsi) O_1 vəziyyətini alır. Bu halda dayağın sol tilinin vertikal oxla əmələ gətirdiyi bucaq $(\alpha + \beta)$ və sol tilinin həmin oxla əmələ gətirdiyi bucaq isə $(\alpha - \beta)$ olur. Dayağın üst oturacağından h_0 məsafədə kəsik götürmüş olsaq, bu kəsiyə uyğun gələn dayaq tillərinin qüvvələri P_4 və P_5 -dir. Bu qüvvələri $4N_e$ -li çubuğa təsir edən T_4 qüvvəsini təyin etmək üçün proyeksiya və moment tənliklər sistemindən yaxud da moment tənliklər sistemindən istifadə etmək lazım gəlir.



Şəkil 1. Dayağın horizontalla bucaq əmələ gətirdiyi hal

P_5 qüvvəsini tapmaqdan ötürü dayağın $B_1 C_1$ səthindən h_5 məsafədə yerləşən 4 və 5 çubuqlarının birləşmə nöqtəsinə N_1 -ə nəzərən moment alırıq. Burada P_5 qüvvəsinin N_1 nöqtəsindən olan ən qısa məsafəsini b_5 adlandırırıq. N_1 nöqtəsinə nəzərən $B_1 N_1$ hissəsinə

təsir edən səpələnmə qüvvəsi $\frac{PBN}{\cos(\beta + \alpha)}$ olur və bu qüvvə $B_1 N_1$ tilinə perpendikulyar

alınır. Buna görə də N_1 nöqtəsinə nəzərən moment tənliyi alınır və burada $BN = B_1 N_1$ olduğu nəzərdə tutulur. Qüvvə qolu olan b_5 təyin edildikdən sonra P_5 , qüvvəsinin ifadəsi

$$P_5 = - \frac{Ph^2}{8 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{2 \cos(\alpha + \beta)} \right] \cos^2(\alpha + \beta) \sin 2\varphi_1} \quad (1)$$

kimi yazılır. Eyni qayda üzrə K_1 nöqtəsinə nəzərən moment tənliyi alınır və P_4 qüvvəsi təyin edilir ki, bu da

$$P_4 = - \frac{Ph^2}{5,12 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{1,6 \cos(\alpha - \beta)} \right] \cos^2(\alpha - \beta) \sin 2\varphi_1} \quad (2)$$

formada yazılır. Haradaki a, φ_1, h şəkil 1-də göstərilibdir.

İndi isə T_4 dördüncü çubuğa düşən qüvvənin təyin olunmasına baxaq.

Bu məqsədlə dayağın $B_1 C_1$ üst səthindən h_0 məsafədə kəsik veririk. Bu kəsiyə uyğun gələn qüvvələrin Z oxu üzərindəki proyeksiyalarının cəbri cəmi sıfıra bərabər olmalıdır. Yəni

$$-T_4 \sin(\alpha + \beta + \gamma) - P_4 \cos(\alpha + \beta) - P_5 \cos(\alpha - \beta) = 0$$

kimi alınır. Burada (1) və (2) ifadələrini nəzərə alıb və müəyyən çevirmə əməliyyatı apardıqdan sonra T_4 üçün alırıq.

$$T_4 = \frac{Ph^2 \cos(\alpha - \beta)}{8 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{2 \cos(\alpha + \beta)} \right] \cos^2(\alpha + \beta) \sin 2\varphi_1 \sin(\gamma + \beta + \alpha)} \times \quad (3)$$

$$\times \left[1 - \frac{\cos^2(\alpha + \beta)}{\cos^2(\alpha - \beta)} \cdot \frac{8}{5,12} \cdot \frac{\left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{2 \cos(\alpha + \beta)} \right]}{\left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{1,2 \cos(\alpha - \beta)} \right]} \right]$$

(1), (2), (3) ifadələrində $\beta = 0$ nəzərə alsaq

$$P_5 = - \frac{Ph^2}{8 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{2 \cos \alpha} \right] \cos^2 \alpha \sin 2\varphi_1} \quad (4)$$

və

$$P_4 = - \frac{Ph^2}{5,12 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{1,6 \cos \alpha} \right] \cos^2 \alpha \sin 2\varphi_1} \quad (5)$$

$$T_4 = \frac{Ph^2}{8 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{2 \cos \alpha} \right] \cos^3 \alpha \sin 2\varphi_1 \sin(\gamma + \alpha)} \times$$

$$\times \left[1 - \frac{8}{5,12} \cdot \frac{\left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{2 \cos \alpha} \right]}{\left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{1,6 \cos \alpha} \right]} \right]$$
(6)

Beləliklə, dayağın aşağı hissələrində oturacağa yaxın yerdə tillərə düşən qüvvələr və aşağıdan birinci çubuğa təsir edən qüvvə yuxarıda göstərilən qayda üzrə təyin edilir. Bu qüvvələri uyğun olaraq P_1, P_2 və T_1 adlandırırıq. Bu halda P_1 qüvvəsinin momenti K_2 nöqtəsinə nəzərən P_2 qüvvəsinin momenti isə A_1 nöqtəsinə nəzərən alınır və alınmış P_1, P_2, T_1 aşağıdakı kimi yazılır:

$$P_2 = - \frac{Ph^2}{2 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{2 \cos(\alpha + \beta)} \right] \cos^2(\alpha + \beta) \sin 2\varphi_1}$$
(7)

və

$$P_1 = - \frac{49Ph^2}{128 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{7h}{8 \cos(\alpha - \beta)} \right] \cos^2(\alpha - \beta) \sin 2\varphi_1}$$
(8)

$\beta = 0$ olduqda

$$T_1 = \frac{Ph^2 \cos(\alpha - \beta)}{2 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{\cos(\alpha + \beta)} \right] \cos^2(\alpha + \beta) \sin 2\varphi_1 \sin(\gamma - \beta)} \times$$

$$\times \left[1 - \frac{49 \cos^3(\alpha + \beta)}{64 \cos^3(\alpha - \beta)} \cdot \frac{8}{5,12} \cdot \frac{\left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{\cos(\alpha + \beta)} \right]}{\left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{7h}{8 \cos(\alpha - \beta)} \right]} \right]$$
(9)

$$P_2 = - \frac{Ph^2}{2 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{2 \cos \alpha} \right] \cos^2 \alpha \sin 2\varphi_1}$$
(10)

$$P_1 = - \frac{49Ph^2}{128 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{7h}{8 \cos \alpha} \right] \cos^2 \alpha \sin 2\varphi_1}$$
(11)

$$T_1 = \frac{Ph^2}{2 \left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{\cos \alpha} \right] \cos \alpha \sin 2\varphi_1 \sin \gamma} \times$$

$$\times \left[1 - \frac{49}{41} \cdot \frac{\left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{h}{\cos \alpha} \right]}{\left[\frac{a}{\cos \varphi_1} + \frac{7h}{8 \cos \alpha} \right]} \right] \quad (12)$$

olur.

Beləliklə HVX-i dayağının tillərinə və çubuqlarına təsir edən bütün qüvvələr təyin edilir. Alınmış ifadələr qüvvələrin dayağın həndəsi ölçülərindən və dayağın struktur sxemindən asılı təyin etməyə imkan verir.

HVX-ə naqillər və izolyatorlar tərəfindən əlavə yüklər təsir edir. Həmin yüklərin təsiri şəkil 2-də göstərilmişdir. Bu şəkildə üç naqilli HVX-i göstərilibdir. Burada naqillərin ikisi dayağın sağ tərəfindən biri isə sol tərəfdən izolyatorlarla dayaqdan asılır. Bunlardan F_1 yüklü naqilin dayaq oxundan olan məsafəsi, F_3 -un həmin oxdan olan məsafəsilə eyni götürülür, yəni $a_1 = a_3$ olur. Burada naqillər arasındakı məsafə aşağıdakı iki şərti nəzərə almaqla dayaqda yerləşdirilir.

1. Dayaqda məftil arasında minimal hava aralığı təmin olunmalıdır ki, tələb olunan izolyasiya örtüyü təmin olunsun.

2. Naqillər arası minimal məsafə təmin edilməlidir ki, onların çəkilməsi zamanı yaxınlaşmadan alınan qorxu aradan götürülsün. Bu göstərilən şərtləri təmin edən üçməftilli dayağın (şəkil 2) tədqiqinə baxaq.

Şəkil 2-dən göründüyü kimi, dayağın oturacağı horizontalla β meyl bucağı əmələ gətirərsə, onda F_1, F_2, F_3 qüvvələri də Z oxuna nəzərən β bucağı qədər dönmüş olur. Bu qüvvələrin hamısının dayağın oxuna paralel ox üzərindəki proyeksiyaları $F_1 \cos \beta = F_2 \cos \beta = F_3 \cos \beta = F \cos \beta$ kimi alınır. Dayağın tillərinə və çubuqlarına təsir edən qüvvələri P'_4, P'_5, T'_4 (göstərilən kəsikdə h_0 məsafədə) adlandıraraq. Bu halda N_1 nöqtəsinə görə moment tənliyi

$$P'_5 b_5 + F b_{2F} + F b_{1F} - F b_{3F} + \frac{PB N^2}{2 \cos \beta \cos(\alpha + \beta)} + P h_2 \left(\frac{h_2}{2} + h_5 \right) = 0 \quad (13)$$

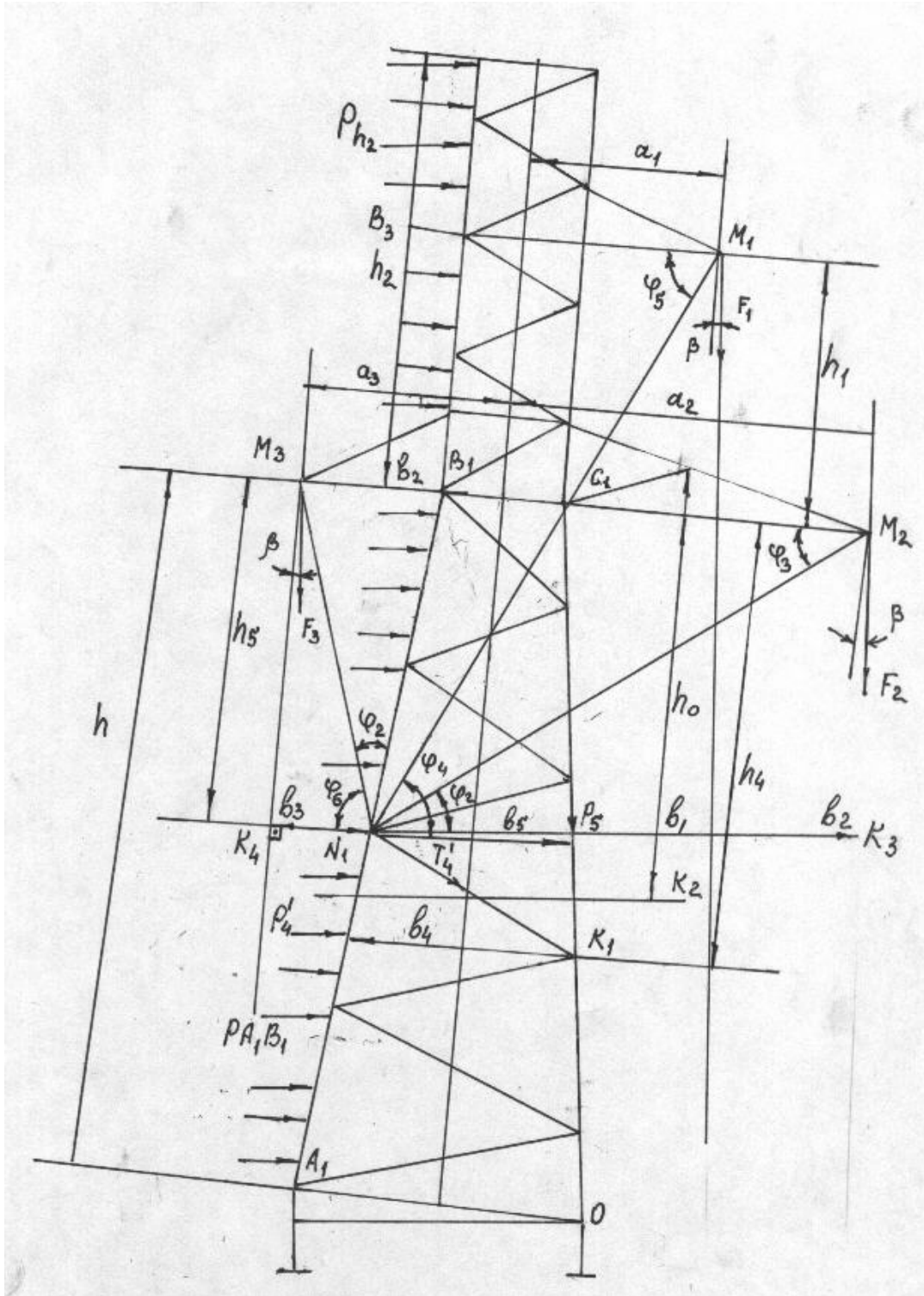
şəklində alınır. Buradan

$$P'_5 = -\frac{1}{b_5} \left[+ \frac{PB_1 N_1^2}{2 \cos \beta \cos(\alpha + \beta)} + F(b_{2F} + b_{1F} - b_{3F}) \right] \quad (14)$$

Burada b_5 qüvvə qolu təyin edilir. F_1, F_2, F_3 qüvvələrinin tətbiq nöqtəsi izolyatorların yığılı olan ℓ_1 məsafəsinin sonuna uyğun olur. Buna görə də a_1, a_2, a_3 məsafələri əyilmə meyl bucağına uyğun olaraq $a_1 + \ell_1 \sin \beta$, $a_2 + \ell_1 \sin \beta$ və $a_3 - \ell_1 \sin \beta$ kimi alınır. b_{1F}, b_{2F} və b_{3F} qüvvə qollarının uzunluqları dayağın həndəsi ölçülərindən asılı təyin edilir. Yuxarıda göstəriləndiyi kimi bunları təyin etməkdən ötrü $N_1 K_1 M_2$, $N_1 K_2 M_1$, $N_1 B_2 M_2$, $N_1 B_3 M_1$, $N_1 K_4 M_3$, $N_1 B_2 M_3$ düzbucaqlı üçbucaqlarından

istifadə olunur. $N_1 K_3 M_2$ üçbucağından $\cos \varphi_2 = \frac{b_{2F}}{N_1 M_2}$ və $N_1 B_2 M_1$ üçbucağından

$\operatorname{tg} \varphi_3 = \frac{h}{2M_2 B_2}$ olur. Burada $M_2 B_2 = B_2 B_1 + B_1 M_2$ və $N_1 B_2 B_1$ düzbucaqlı üçbucağından



Şəkil 2. Üç naqillli HVX-in dayağı

$N_2 B_1 = \frac{h}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \beta)$ alınır. Beləliklə $B_2 M_2 = \frac{h}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + B_1 M_2$ alınır. Burada $B_1 M_2$ dayağın quruluşundan asılı olaraq məlumdur. Buna görə də $\operatorname{tg} \varphi_3$ və eyni zamanda φ_3 bucağı məlum olur. φ_3 bucağını bilərək $N_1 K_1 M_2$ düzbucaqlı üçbucağının daxili bucaqlarının cəminin 180° olduğunu bilərək $\varphi_2 = \varphi_3 - \beta$ alırıq. Digər tərəfdən $N_1 B_2 M_2$ düzbucaqlı üçbucağından

$$N_1 M_2 = \sqrt{\frac{h^2}{4} + \left(\frac{h}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + B_1 M_2 \right)^2} \quad (15)$$

alınır. Beləliklə (15)-ni nəzərə almaqla

$$b_{1F} = \sqrt{\frac{h^2}{4} + \left(\frac{h}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + B_1 M_2 \right)^2} \cos(\varphi_3 - \beta) \quad (16)$$

alırıq. Bu göstərilən qayda üzrə şəkil 2-də göstərilən $N_1 K_2 M_1$ və $N_1 K_2 M_1$ düzbucaqlı üçbucaqlarından

$$b_{2F} = \sqrt{\left(\frac{h}{2} + h_1 \right)^2 + \left(\frac{h}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + B_2 M_1 \right)^2} \cos(\varphi_5 - \beta) \quad (17)$$

alınır. Haradakı $B_2 M_1$ dayağın quruluşuna görə məlumdur. φ_5 bucağı isə

$$\operatorname{tg} \varphi_5 = \frac{\frac{h}{2} + h_1}{\frac{h}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + B_2 M_1} \quad (18)$$

ifadəsindən tapılır. $N_1 K_4 M_3$ və $N_1 B_2 M_3$ düzbucaqlı üçbucaqlarından

$$b_{3F} = \frac{h}{2 \cos \beta} \sqrt{1 + \cos^2 \beta} \sin(\varphi_z - \beta) \quad (19)$$

Haradaki

$$\operatorname{tg} \varphi_7 = \frac{1}{\cos \beta}$$

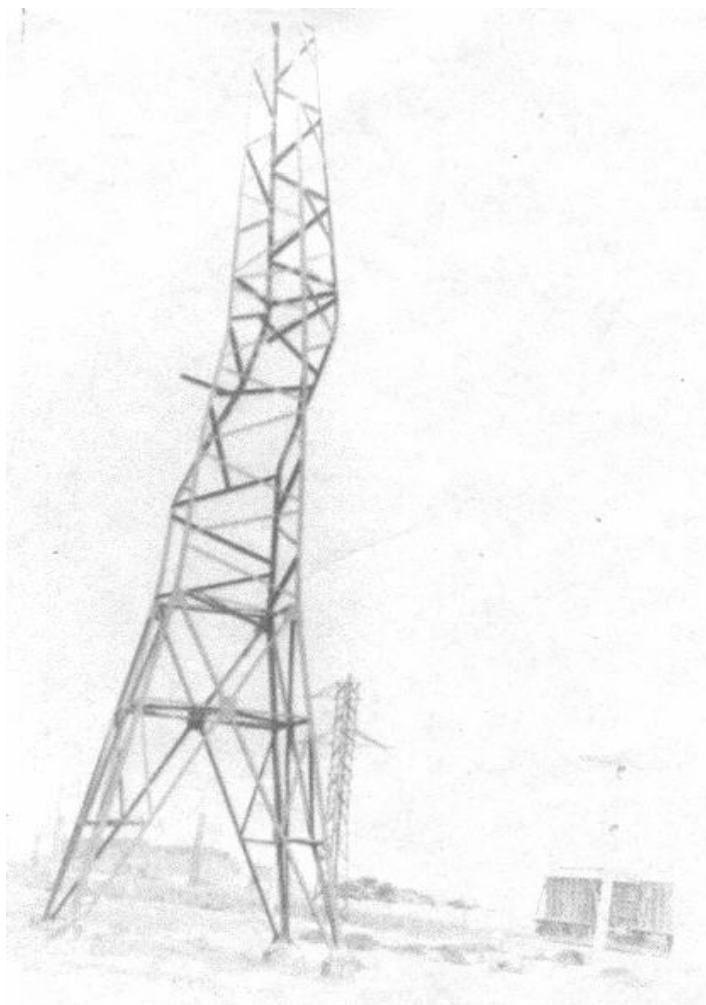
alınır. Beləliklə P'_5 qüvvəsi (16), (17), (18)-i nəzərə almaqla aşağıdakı kimi ifadə olunur.

$$P'_5 = -\frac{1}{b_5} \left\{ \frac{PNB^2}{2 \cos \beta \cos(\alpha + \beta)} + F \left[\sqrt{\frac{h^2}{4} + \left(\frac{h}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + B_1 M_2 \right)^2} + \sqrt{\left(\frac{h}{2} + h_1 \right)^2 + \left(\frac{h}{2} \operatorname{tg}(\alpha + \beta) + B_2 M_1 \right)^2} - \right. \right. \quad (20)$$

$$\left. - \frac{h \sqrt{1 + \cos^2 \beta}}{2 \cos \beta} \sin(\varphi_7 - \beta) \right] + Ph_2 \left(\frac{h_2}{2} + h_5 \right) \left. \right\}$$

Bu göstərilən qayda üzrə P'_4 qüvvəsi K_1 nöqtəsinə görə moment almaqla təyin edilir. T'_4 çubuğa təsir edən qüvvə isə Z oxu üzərində qüvvələrin proyeksiyalarını almaqla təyin olunur.

HVX dayaqlarının quraşdırılmasında oturacağın horizontalla əmələ gətirdiyi β bucağı sıfırdan fərqli olduqda dayağın külək təsirindən qeyri normal vəziyyət alması hallarına praktikada rast gəlmək olur ki, bu da yuxarıda verilən nəzəri tədqiqatın doğruluğunu göstərir. Şəkil 3-də Sumqayıt şəhər ətrafı zonasında 110 kV hava veriliş xəttinin aralıq dayağının həmin səbəbdən dayanıqsız olması göstərilmişdir [2].



Şəkil 3. Dayağın külək təsirindən qeyri-normal vəziyyət alması

-
1. *K.P. Krilov, B.P. Novqorodüev «Konstruküii i mexaniçeskiy rasçet liniy glektroperedaçi» Gnerqiə. 1970. 389 str.*
 2. *K.K. Namitokov «Glektrogrozzionnie əvleniə. Moskva «Gnerqiə» 1978, 456 s.*

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УСИЛИЙ В ФЕРМАХ ОПОР, НЕКОТОРЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ДЕФЕКТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ОПОР ЛЭП

МАМЕДОВ Ф.И., МАМЕДЗАДЕ Р.К.

В статье рассматриваются аналитические исследования распределения усилий в фермах опор, некоторых механических дефектов металлических опор ЛЭП.

RESEARCHING OF THE DISTRIBUTING THE POWER IN THE SUPPORT FIRM OF SOME MECHANIC DEFECTS OF METALLIC SUPPORT OF LET

MAMEDOV F.I., MAMEDZADE R.K.

The analytic researches distributing the force in the support firms, some mechanic defects of metallic support of LET is examined in this article.