

UOT 621.316

**ÇOXFAKTORLU TƏCRÜBƏLƏR ÜSULUNUN KÖMƏYİ İLƏ YÜKSƏK
GƏRGİNLİKLİ İNDUKSIYA QURĞULARININ LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİNİN
KEYFİYYƏTİNİN ARTIRILMASI**

RZAYEV G.R.

Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyası

İşin məqsədi yüksək gərginlikli induksiya qurğularının layihələndirilməsinin keyfiyyətini artırmaqdır. Bu məqsədlə qurğunun işinə təsir edən faktorlar aşkar olunmuşdur. Ancaq bütün faktorların birgə təsirini eyni zamanda araşdırmaq çox çətinidir. Ona görə də bir-birindən asılı olmayan üç faktor seçilmişdir. Daha sonra bu seçilmiş faktorlar əsasında məqsəd funksiyası təyin olunur.

Daha sonra bu parametrlərin əsasında tam faktor planlaşdırma təcrübəsi aparılmışdır. Tam faktor planlaşdırma təcrübəsi qurğunun elektrik f.i.ə.-nin qiyməti əsasında aproksimasiya polinomunun əmsallarını təyin etməyə imkan verir.

Tam faktor planlaşdırma metodunun tətbiqi ilə yüksək gərginlikli qurğunu layihə etməyin çox böyük iqtisadi əhəmiyyəti vardır. Bu ondan ibarətdir ki, hər bir məqsəd funksiyasına görə faktor (yaxud faktorlar) seçib bu faktorun (faktorların) məqsəd funksiyasına təsirini tədqiq etmək mümkündür.

Məqsəd funksiyası müxtəlif ola bilər, o cümlədən faktorlar da müxtəlif ola bilər. Hər bir konkret məsələ, hər bir konkret məqsəd funksiyası üçün lazımi faktor seçilir və layihə mərhələsində onların məqsəd funksiyasına təsiri öyrənilir. Buna misal olaraq hazırkı tədqiqat işində məqsəd funksiyası aşağıdakı şəkildə təsvir olunmuşdur:

$$\eta_{el} = f(f, h, \Delta t)$$

Aparılan tədqiqatlarda məqsəd qoyulmuşdur ki, seçilmiş faktorların məqsəd funksiyasına hansı dərəcədə və istiqamətdə təsir etməsi və bu faktorların dəyişməsinin məqsəd funksiyasına təsiri təyin olunsun.

Tam faktor planlaşdırma metodunun 2³ tərtibli matrisi Y polinomunun aproksimasiya əmsallarının qiymətini hesablamağa imkan verir. Planlaşdırma matrisinin sütunlarını doldururuq. Bizim halda matrisin x₁ parametrinə f (tezliyi) faktoru uyğun gəlir:

$$f = f_n \pm \Delta f$$

Tezliyin nominal qiyməti f=2400 hs-dir. Bu parametrin öz nominal qiymətindən 15 %-lik meyli:

$$\Delta f = 360$$

təşkil edəcək.

Onda bu parametrin öz nominal qiymətindən müsbət meyli:

$$f = f_n + \Delta f = 2400 + 360 = 2760$$

mənfi meyli isə

$$f = f_n - \Delta f = 2400 - 360 = 2040$$

təşkil edəcək.

Təcrübənin planlaşdırma matrisi

baza səviyyəsi										f=2400	h=1.33	$\Delta_t=0.145$
variasiya addımı										$\Delta f=360$	$\Delta h=0.2$	$\frac{\Delta(\Delta_t)=0.02}{2}$
yuxarı səviyyə										f=2760	h=1.53	$\Delta_t=0.167$
aşağı səviyyə										f=2040	h=1.13	$\Delta_t=0.123$
<i>i</i>	0	1	2	3	4	5	6	7		Nəticələr		
<i>g</i>	$Z_{g,0}$	$Z_{g,1}$	$Z_{g,2}$	$Z_{g,3}$	$Z_{g,4}$	$Z_{g,5}$	$Z_{g,6}$	$Z_{g,7}$		Y_g		
	x_0	x_1	x_2	x_3	$x_1 x_2$	$x_1 x_3$	$x_2 x_3$	$x_1 x_2 x_3$				
1	+	-	-	-	+	+	+	-		0.840		
2	+	+	-	-	-	-	+	+		0.861		
3	+	-	+	-	-	+	-	+		0.841		
4	+	+	+	-	+	-	-	-		0.862		
5	+	-	-	+	+	-	-	+		0.821		
6	+	+	-	+	-	+	-	-		0.842		
7	+	-	+	+	-	-	+	-		0.817		
8	+	+	+	+	+	+	+	+		0.843		
əmsalla <i>r</i> <i>b_i</i>	0.840875	0.011125	-0.0000125	-0.010125	0.0000625	0.0000625	-0.0000625	0.0000625				
	Aproksimasiya polinomunun tənliyi											
$Y = b_0 + b_1 f - b_3 \Delta_t$												

Növbəti *h* (tigelin faydalı hündürlüyü) faktoruna planlaşdırma matrisinin x_2 parametri uyğundur.

$$h = h_n \pm \Delta h$$

Bu parametrin nominal qiyməti $h=1.33$ m-dir. Bu parametrin öz nominal qiymətindən 15 %-lik meyli:

$$\Delta h = 0.199 \approx 0.2$$

təşkil edəcək.

Bu parametrin öz nominal qiymətindən müsbət və mənfi meyli uyğun olaraq:

$$h = h_n + \Delta h = 1.33 + 0.2 = 1.53$$

$$h = h_n - \Delta h = 1.33 - 0.2 = 1.13$$

Nəhayət Δ_t (tigelin divarının qalınlığı) faktoru planlaşdırma matrisinin x_3 parametrinə uyğun gəlir

$$\Delta_t = \Delta_{tn} \pm \Delta(\Delta_t)$$

Bu parametrin nominal qiyməti $\Delta_t=0.145$ m-dir. Onun öz nominal qiymətindən 15 %-lik meyli:

$$\Delta(\Delta_t) = 0.022$$

olacaqdır. Bu parametrin öz nominal qiymətindən müsbət və mənfi meyli isə uyğun olaraq aşağıdakı kimi olacaq:

$$\Delta_t = \Delta_{tn} + \Delta(\Delta_t) = 0.145 + 0.022 = 0.167$$

$$\Delta_t = \Delta_{tn} - \Delta(\Delta_t) = 0.145 - 0.022 = 0.123$$

f, h, Δ_t , parametrlərinin öz nominal qiymətlərindən müsbət və mənfi meyllərini təyin etdikdən sonra planlaşdırma matrisinin sütunlarını dolduraq və sonra onlar əsasında Y-in qiymətlərini təyin edək.

Y-in, yəni qurğunun elektrik faydalı iş əmsalının qiyməti aşağıdakı düsturla təyin olunur :

$$\eta_{el} = \frac{r'_2}{r_e}$$

İlk baxışdan elektrik f.i.ə.-nin bu düsturunun bizim seçdiyimiz parametrlərlə asılılığı görünür. Bu düsturu bir qədər mürəkkəb şəkildə yazsaq, yəni r'_2 və r_e -nin ifadələrini burada yerinə yazsaq alarıq:

$$\eta_{el} = \frac{r'_2}{r_e} = \frac{r'_2}{r_1 + r'_2} = \frac{C_g \cdot r_2}{r_1 + C_g \cdot r_2}$$

burada C_g - gətirilmə əmsalıdır. Bu əmsalın ifadəsinin şəklini dəyişə bilərik:

$$C_g = \frac{I}{\left(\frac{r_2}{x_0}\right)^2 + \left(I + \frac{x_{2b} + x_{boş}}{x_0}\right)^2} = \frac{I}{\frac{r_2^2 + (x_0 + x_{2b} + x_{boş})^2}{x_0^2}} = \frac{x_0^2}{r_2^2 + (x_0 + x_{2b} + x_{boş})^2}$$

Gətirilmə əmsalının ifadəsini bu şəkildə yuxarıda yerinə yazsaq, elektrik f.i.ə. üçün yeni ifadə alarıq:

$$\eta_{el} = \frac{\left(\frac{x_0^2}{r_2^2 + (x_0 + x_{2b} + x_{boş})^2}\right) \cdot r_2}{r_1 + \left(\frac{x_0^2}{r_2^2 + (x_0 + x_{2b} + x_{boş})^2}\right) \cdot r_2}$$

Bu çevrilmələr vasitəsilə biz elektrik f.i.ə.-nin beş parametrdən- r_1 , r_2 , x_0 , x_{2b} , $x_{boş}$ asılılığını əldə etdik. Bunlar uyğun olaraq induktorun aktiv müqaviməti, yükün aktiv müqaviməti, reaktiv əks qısaqapanma müqaviməti, yükün reaktiv müqaviməti və hava aralığının reaktiv müqavimətidir.

Bu parametrlərin ifadələrində bəzi çevrilmələr aparıb, alınan ifadəni aşağıdakı şəkildə yazsaq:

$$x_0 = 2\pi^3 \frac{D_d^2}{h_i} \cdot f \cdot 10^{-7} \frac{h}{h_i - k \cdot h} = 99.07 \cdot 10^{-7} \frac{(1.073 + 2\Delta_1)^2 \cdot f}{h}$$

$$x_{boş} = 2\pi^3 \frac{D_d^2 - d_0^2}{h} \cdot f \cdot 10^{-7} = 61.918 \cdot 10^{-7} \frac{((1.073 + 2\Delta_1)^2 - 1.073^2) \cdot f}{h}$$

Yuxarıda aldığımız ifadələr mürəkkəb görünsə də əslində hesabları sadələşdirir. Bu çevrilmələrin üstün cəhəti odur ki, biz seçdiyimiz asılı olmayan üç faktorun elektrik f.i.ə.-na təsirini bir ifadədə əldə edə bildik.

Faktorların planlaşdırma matrisinin birinci sətirindəki qiymətlərindən istifadə edərək Y₁-in qiymətini hesablayaq. Hesabatların sadəliyi üçün r_1 , r_2 , x_0 , $x_{boş}$, ($r_2 = x_{2b}$) parametrlərinin qiymətlərini ayrıca hesablayırıq, Om/sarğı²

I təcrübə:

$$r_1 = 6.038 \cdot 10^{-8} \frac{(1.073 + 2 \cdot 0.123) + \sqrt{\frac{5060.18 \cdot 10^{-6}}{2040}}}{1.13 \cdot \sqrt{\frac{5060.18 \cdot 10^{-6}}{2040}}} = 0.045 \cdot 10^{-3}$$

$$r_2 = \frac{0.069 \cdot 10^{-6}}{\left(\sqrt{\frac{3466.22 \cdot 10^{-6}}{2040}} \right)^2 \cdot 1.13} = 0.359 \cdot 10^{-3}$$

$$x_0 = 99.07 \cdot 10^{-7} \frac{(1.073 + 2 \cdot 0.123)^2 \cdot 2040}{1.13} = 31.116 \cdot 10^{-3}$$

$$x_{boş} = 61.918 \cdot 10^{-7} \frac{((1.073 + 2 \cdot 0.123)^2 - 1.073^2) \cdot 2040}{1.13} = 6.816 \cdot 10^{-3}$$

$$\eta_{el1} = \frac{\frac{0.359 \cdot 10^{-3} \cdot (31.116 \cdot 10^{-3})^2}{(0.359 \cdot 10^{-3})^2 + (31.116 \cdot 10^{-3} + 0.359 \cdot 10^{-3} + 6.816 \cdot 10^{-3})^2}}{0.045 \cdot 10^{-3} + \frac{0.359 \cdot 10^{-3} \cdot (31.116 \cdot 10^{-3})^2}{(0.359 \cdot 10^{-3})^2 + (31.116 \cdot 10^{-3} + 0.359 \cdot 10^{-3} + 6.816 \cdot 10^{-3})^2}} = 0.840$$

Daha sonra növbəti sətirdəki qiymətlərdən istifadə edərək analogi yolla hesablamalar aparsaq Y-in digər qiymətlərini də alarıq.

II təcrübə: $r_1 = 0.052 \cdot 10^{-3}$

$r_2 = 0.487 \cdot 10^{-3}$

$x_0 = 42.098 \cdot 10^{-3}$

$x_{boş} = 9.222 \cdot 10^{-3}$

$\eta_{el2} = 0.861$

III təcrübə: $r_1 = 0.033 \cdot 10^{-3}$

$r_2 = 0.265 \cdot 10^{-3}$

$x_0 = 22.981 \cdot 10^{-3}$

$x_{boş} = 5.034 \cdot 10^{-3}$

$\eta_{el3} = 0.841 \cdot 10^{-3}$

IV təcrübə: $r_1 = 0.038 \cdot 10^{-3}$

$r_2 = 0.36 \cdot 10^{-3}$

$x_0 = 31.092 \cdot 10^{-3}$

$x_{boş} = 6.811 \cdot 10^{-3}$

$\eta_{el4} = 0.862$

V təcrübə: $r_1 = 0.048 \cdot 10^{-3}$

$r_2 = 0.359 \cdot 10^{-3}$

$x_0 = 35.406 \cdot 10^{-3}$

$x_{boş} = 9.498 \cdot 10^{-3}$

$\eta_{el5} = 0.821$

VI təcrübə: $r_1 = 0.056 \cdot 10^{-3}$

$r_2 = 0.487 \cdot 10^{-3}$

$x_0 = 47.903 \cdot 10^{-3}$

$x_{boş} = 12.850 \cdot 10^{-3}$

$\eta_{el6} = 0.842$

VII təcrübə: $r_1 = 0.035 \cdot 10^{-3}$

$r_2 = 0.265 \cdot 10^{-3}$

$x_0 = 26.15 \cdot 10^{-3}$

$x_{boş} = 7.015 \cdot 10^{-3}$

$\eta_{el7} = 0.817$

VIII təcrübə: $r_1 = 0.041 \cdot 10^{-3}$

$r_2 = 0.36 \cdot 10^{-3}$

$x_0 = 35.379 \cdot 10^{-2}$

$x_{boş} = 9.491 \cdot 10^{-3}$

$\eta_{el8} = 0.843$

Tam faktor analizinin köməyi ilə biz Y-in (cədvəl 3.1), yəni sobanın elektrik f.i.ə.-nın qiymətlərini əldə etdik. Bu qiymətlərin əsasında məqsəd funksiyasının əmsallarını hesablaya bilərik.

Bizim misal üçün ümumi halda məqsəd funksiyasının ifadəsi aşağıdakı şəkildə olacaq:

$$Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_{12} x_1 x_2 + b_{13} x_1 x_3 + b_{23} x_2 x_3 + b_{123} x_1 x_2 x_3$$

b əmsallarının qiymətini tapmaq üçün Y-in alınmış bütün qiymətləri planlaşdırma matrisinin sütunlarındakı işarələrlə (cədvəl 3.1) götürülür, toplanır və orta qiyməti təyin edilir.

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N Y_i}{N}$$

b_0 əmsalı üçün:

$$b_0 = \frac{Y_1 + Y_2 + Y_3 + Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8}{8} = \frac{0.840 + 0.861 + 0.841 + 0.862 + 0.821 + 0.842 + 0.817 + 0.843}{8} = 0.840875$$

Anoloji qaydada digər əmsalları hesablaya bilərik:

$$b_1 = \frac{-Y_1 + Y_2 - Y_3 + Y_4 - Y_5 + Y_6 - Y_7 + Y_8}{8} = \frac{-0.840 + 0.861 - 0.841 + 0.862 - 0.821 + 0.842 - 0.817 + 0.843}{8} = 0.011125$$

$$b_2 = \frac{-Y_1 - Y_2 + Y_3 + Y_4 - Y_5 - Y_6 + Y_7 + Y_8}{8} = \frac{-0.840 - 0.861 + 0.841 + 0.862 - 0.821 - 0.842 + 0.817 + 0.843}{8} = -0.000125$$

$$b_3 = \frac{-Y_1 - Y_2 - Y_3 - Y_4 + Y_5 + Y_6 + Y_7 + Y_8}{8} = \frac{-0.840 - 0.861 - 0.841 - 0.862 + 0.821 + 0.842 + 0.817 + 0.843}{8} = -0.010125$$

$$b_{12} = \frac{Y_1 - Y_2 - Y_3 + Y_4 + Y_5 - Y_6 - Y_7 + Y_8}{8} = \frac{0.840 - 0.861 - 0.841 + 0.862 + 0.821 - 0.842 - 0.817 + 0.843}{8} = 0.000625$$

$$b_{13} = \frac{Y_1 - Y_2 + Y_3 - Y_4 - Y_5 + Y_6 - Y_7 + Y_8}{8} = \frac{0.840 - 0.861 + 0.841 - 0.862 - 0.821 + 0.842 - 0.817 + 0.843}{8} = 0.000625$$

$$b_{123} = \frac{-Y_1 + Y_2 + Y_3 - Y_4 + Y_5 - Y_6 - Y_7 + Y_8}{8} = \frac{-0.840 + 0.861 + 0.841 - 0.862 + 0.821 - 0.842 - 0.817 + 0.843}{8} = 0.000625$$

Burada bəzi əmsalların qiyməti çox kiçik olduğu üçün onları nəzərə almamaq olar. Beləliklə məqsəd funksiyası aşağıdakı şəkildə alınır:

$$Y = 0.840 + 0.011125 \cdot f - 0.010125 \cdot \Delta_t$$

1. Гусейнов Ф.Г., Мамедяров О.С. Планирование эксперимента в задачах электроэнергетики, М.: Энергоатомиздат, 1988-151 стр.
2. Копылов И. П. Математическое моделирование электрических машин. Серия: "Учебник для студентов вузов", 2001 г., М., Изд.Высшая Школа.
3. Лопухина Е. М., Копылов И. П., Семенчуков Г. А. Автоматизированное проектирование электрических машин малой мощности. Серия: "Учебное пособие для ВУЗов", 2002 г., М., Изд.Высшая школа.

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИНДУКЦИОННЫХ УСТАНОВОК С ПОМОЩЬЮ МЕТОДА МНОГОФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

РЗАЕВ Г.Р.

Выявлены основные факторы, влияющие на работу подобных установок. Однако, учет одновременного влияния всех факторов представляет сложность. Поэтому выбраны три не зависящих друг от друга параметра-фактора, по которым проводился полный факторный эксперимент планирования.

По полученному значению коэффициента полезного действия установки вычислены коэффициенты аппроксимирующего полинома.

QUALITY IMPROVEMENT FOR DESIGNING OF HIGH VOLTAGE INDUCTION INSTALLATIONS BY MEANS OF MULTIFACTORIAL EXPERIMENT METHOD

RZAYEV G.R.

As difficultly to take into account simultaneously influence of all factors for work of the installations, three independent parameters had been allocated. Then function of the purpose which depends on these allocated parameters is determined. In our case it is the electric efficiency of installations.

Further, the full factorial analysis for these three independent parameters is lead.

The full factorial analysis has allowed defining values of useful capacity of the installation on the basis of which the values of factors of an approximating polynomial are calculated. Then function of the purpose is finally received.