

УДК 621.3.019.3

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ БЛОКУ КОНТРОЛЮ ФАЗНИХ СТРУМІВ ПРИСТРОЮ „ЧАРІВНИЦЯ-1”

Зайцева Г.Є., інж.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Тел/факс (0619) 42-11-74

Анотація – Робота присвячена дослідженню блоку контролю фазних струмів для пристрою „Чарівниця-1”. Отримано рівняння регресії блоку.

Ключові слова – експериментальне дослідження, рівняння регресії, моделювання, адекватність моделі.

Постановка проблеми. За даними різних джерел виходить з ладу до 90% насосів, що знаходяться у експлуатації; тільки близько 50% насосних установок має захисні пристрої, але з них лише 25% відповідно настроєні. Вихід з ладу обладнання свердловини з-за недосконалості існуючих захисних пристроїв призводить до значних економічних втрат. Тому розробка технічних засобів, що забезпечують високу надійність захисту заглибних електродвигунів є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі пристрої захисту і керування, що випускаються серійно, не забезпечують достатньо надійного захисту заглибних електродвигунів, і одне з їх слабких місць – контроль фазних струмів електродвигунів. Найбільш детально це розглянуто у роботах [5, 6].

Формулювання цілей статті. Аналіз результатів експериментальних досліджень блоку контролю фазних струмів/

Основна частина. Блок (рис. 1) має три вхідних аналогових сигнали – робочі струми заглибного електродвигуна – та один вихідний аналоговий сигнал на відключення агрегату при аварійному струмовому режимі. Для досліду приймаємо, що фази струмів зсунуті між собою на 120° . Основний фактор, на який повинний реагувати блок – амплітуди струмів.

Як відомо [2,3,4], заглибні електродвигуни можуть витримувати 1,5 кратне симетричне тривале перевантаження без перегріву обмоток за рахунок поліпшених умов охолодження. Захист за струмом повинен

реагувати на симетричне перевантаження кратністю 1,6, струми короткого замикання, а також на відсутність струму у будь-який з фаз. Якщо захист реагує на симетричні перевантаження кратністю вище 1,6, то він буде спрацьовувати і на струми короткого замикання.

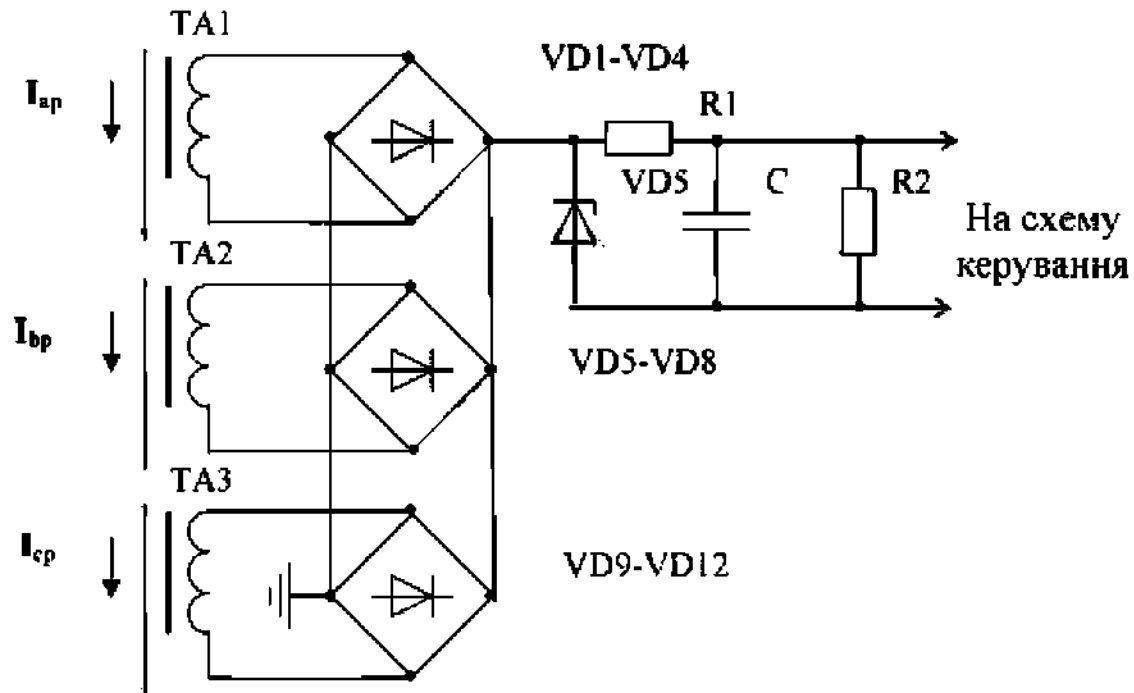


Рис.1. Схема блоку контролю фазних струмів.

Значить, верхнім рівнем фактору x_{iB} можна прийняти перевантаження за струмом кратністю 1,6, нижнім x_{iH} – відсутність струму, а нульовий рівень x_i^0 розраховується за формулою:

$$x_i^0 = (x_{iB} + x_{iH})/2 \quad (1)$$

$$x_i^0 = (1,6 I_H + 0)/2 = 0,8 I_H.$$

Інтервал варіювання h визначається за формулою:

$$h = (x_{iB} - x_{iH})/2 \quad (2)$$

$$h = (1,6 I_H - 0)/2 = 0,8 I_H.$$

На вихідний сигнал – відгук у впливають не тільки фактори, але і їх взаємодія. Крім того, деякий сигнал буде спостерігатись у будь-якому режимі включеного електродвигуна за рахунок неідеально рівних параметрів фаз електродвигуна та датчиків струмів. Матимуть вплив також величини опорів $R1$, $R2$. Досліди проводились для двигуна типа 9ПЕДВ-8-140, $I_H = 18,0$ А. Двигуни такої потужності - одні з найпоширених у сільському господарстві. Експеримент проводився за планом ДФЕ $2^{(5-1)}$. Приймаємо $x_5 = x_2 x_4$, з коефіцієнтів потрійних взаємодій може мати вплив лише коефіцієнт, що характеризує взаємодію амплітуд трьох фазних струмів.

Рівняння регресії за моделлю, що шукається, буде мати вигляд:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_{12}x_1x_2 + b_{13}x_1x_3 + b_{23}x_2x_3 + b_{14}x_1x_4 + b_{34}x_3x_4 + b_{123}x_1x_2x_3 \quad (3)$$

Кодування факторів наведено у таблиці 1. Результати експериментів та розрахунки наведено у таблиці 2.

Таблиця 1 – Кодування факторів експериментального дослідження.

Величина	I _a , А	I _b , А	I _c , А	R1, кОм	R2, кОм
Основний рівень	10,2	10,2	10,2	1	10
Інтервал варіювання	10,2	10,2	10,2	0,1	1
Нижній рівень	0	0	0	0,9	9
Верхній рівень	20,3	20,3	20,3	1,1	11
Кодування позначення факторів	x ₁	x ₂	x ₃	x ₄	x ₅ = x ₂ x ₄

Таблиця 2 – Результати експериментального дослідження.

U _{вих1} , В	U _{вих2} , В	U _{ср}	s ²
0,00	0,00	0,00	0,00
8,09	7,91	8,00	0,02
8,23	8,04	8,13	0,02
13,73	13,45	13,59	0,04
7,86	8,20	8,03	0,06
13,36	13,64	13,50	0,04
14,14	14,02	14,08	0,01
16,09	15,73	15,91	0,07
0,00	0,00	0,00	0,00
8,00	8,09	8,05	0,00
7,75	7,84	7,80	0,00
13,64	13,73	13,68	0,00
7,75	7,93	7,84	0,02
13,45	13,73	13,59	0,04
13,54	13,37	13,46	0,02
15,82	16,15	15,98	0,05
7,82	8,09	7,95	0,04

Дисперсія помилок спостережень S_R визначалась за формулою:

$$S_R = \sum S^2 / (N(\gamma-1)) \quad (4)$$

За критерієм Кохрена $G_{\text{набл}} = 0,13$; $G_{\text{набл}} < G_{\text{табл}} = 0,45$ – значить, відтворюваність дослідів добра. Дисперсія відтворюваності $D_{\text{воспр}} = 0,026$, $D_{\text{вн}} = 0,0016$.

Коефіцієнти b_i , b_{ij} вважаються значимими, якщо

$$|b_i, b_{ij}| \geq t_{\text{кр}} \sqrt{S^2_i} \quad (5)$$

де $t_{\text{кр}}$ – критичне значення критерію Ст'юдента. Для рівня значимості 0,05 та числа степені свободи 16 $t_{\text{кр}} = 2,12$. Коефіцієнти b_4 , b_{23} , b_{34} не значимі, рівняння регресії має вигляд:

$$\hat{y} = 9,98 + 2,53x_1 + 2,57x_2 + 2,54x_3 + 0,09x_5 - 0,68x_1x_2 - 0,69x_1x_3 - 0,63x_2x_3 - 0,13x_1x_2x_3 \quad (6)$$

Перевірка отриманого рівняння на адекватність проводилося за критерієм Фішера: модель адекватна, якщо

$$F = \sum_{i=1}^{\gamma} (\hat{y} - \bar{y})^2 \cdot f_2 / (S_E \cdot f_1) = \sum_{i=1}^{\gamma} (\hat{y} - \bar{y})^2 \cdot (N(\gamma-1)) / (S_E \cdot f_1), \quad (7)$$

Для рівня значимості 0,05, $f_1=8$, $f_2=16$ $F_{\text{кр}} = 2,59$. За рівнянням (7) $F = 1,61 < 2,59$, отже, модель адекватна.

Висновки. Отримано рівняння моделі блоку контролю фазних струмів за яким можна досліджувати параметричну надійність та будувати допуск на вихідний параметр – вихідну напругу блоку за методикою, рекомендованою Р-50-076-98 «Метрологія. Вимірювальні інформаційні системи та автоматизовані системи керування технологічними процесами. Методика визначення характеристик похибки вимірювальних каналів, до складу яких входить обчислювальний компонент».

Література

1. Пат. № 40823 А Україна, МКИ⁶, Н02Н7/08. Станція керування та захисту заглибних електронасосних агрегатів “Чарівниця-1”/ Г.Є.Кравченко. – № 2000063515; заявл. 16.06.2000; опубл. 15.08.2001, Бюл. № 7 опубл. 2001, Бюл. № 7.

2. Гетманенко В.М. Методы и средства повышения эксплуатационной надежности электродвигателей погружных насосов: автореф. дис. канд. техн. наук./В.М. Гетманенко; МИИСП – М., 1986. – 17 с.

3. Грундулис А.О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве. /А.О.Грундулис– 2-е изд., перераб. и доп.– М.: Агропромиздат,

1988. –111 с.

4. *Егоров А.Е.* Исследование устройств и систем автоматики методом планирования эксперимента / *А.Е.Егоров., Г.Н.Азаров, А.В.Коваль* /под ред. *В.Г.Воронова.* – Х.:Вища шк., 1986. – 240 с.

5. *Кравченко Г.Є.* Надійність системи „електродвигун – апарат захисту від аварійних режимів” для пристрою „Чарівниця-1”/ *Г.Є. Кравченко* // *Праці Таврійської державної агротехнічної академії.* - Вип. 8, /ТДАТА. – Мелітополь, 2002. – С. 104-106.

6. *Кравченко Г.Є.* Захист заглибних електронасосних агрегатів / *Г.Є. Кравченко, В.Ф. Яковлев* // *Вісник харківського державного технічного університету сільського господарства. “Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України”.* Вип. 6 /ХДТУСГ. – Харків, 2001. – С.512-514.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ БЛОКА КОНТРОЛЯ ФАЗНЫХ ТОКОВ УСТРОЙСТВА „ЧАРІВНИЦЯ-1”

А.Е. Зайцева

Аннотация - работа посвящена исследованию блока контроля фазных токов устройства „Чарівниця-1”. Получено уравнение регрессии блока. Выяснено, что параметры сопротивления резистора, введенного в схему для отстройки от пусковых токов, не влияют на величину выходного сигнала.

EXPERIMENTAL RESEARCH OF PHASE CURRENT CONTROL UNIT OF “CHARIVNYTSA-1”

A. Zaytceva

Summary

The article is devoted to experimental research of phase current control unit of “Charivnytsa-1”. Regression equation of unit was getting up.