



УКРАЇНА

(19) UA (11) 57719 (13) U
(51) МПК
G01R 31/06 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТРАНСФОРМАТОРА

1

2

(21) u201009853

(22) 09.08.2010

(24) 10.03.2011

(46) 10.03.2011, Бюл.№ 5, 2011 р.

(72) РОЗВОДЮК МИХАЙЛО ПЕТРОВИЧ

(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(57) Пристрій для контролю технічного стану трансформатора, який складається з сенсора найвищої температури ізоляції трансформатора, першого та другого перетворювачів температури в напругу постійного струму, сенсора температури навколишнього середовища, першого, другого та третього нормуючих перетворювачів сигналів, блока задання найбільшої потужності, що відповідає нормальному режиму роботи трансформатора, компаратора, аналогового суматора, лічильника імпульсів, першого функціонального перетворювача, елемента АБО, причому вихід сенсора температури навколишнього середовища підключений до входу другого перетворювача температури в напругу постійного струму, вихід якого з'єднаний із входом другого нормуючого перетворювача сигналів, вихід сенсора найвищої температури ізоляції трансформатора підключений до входу першого перетворювача температури в напругу постійного струму, вихід якого з'єднаний із входом першого нормуючого перетворювача сигналів, вихід якого підключений до другого входу аналогового суматора, вихід елемента АБО підключений до входу лічильника імпульсів, який **відрізняється** тим, що в нього додатково введено задавач максимально допустимої температури ізоляції обмотки, блок віднімання, другий, третій та

четвертий функціональні перетворювачі, сенсор потужності, перетворювач потужності в напругу постійного струму, електричний годинник, причому вихід задавача максимально допустимої температури ізоляції обмотки підключений до першого входу блока віднімання, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого нормуючого перетворювача сигналів, вихід блока віднімання підключений до входу першого функціонального перетворювача, вихід якого підключений до входу аналогового суматора, вихід якого підключений до входу другого функціонального перетворювача, вихід якого підключений до першого входу елемента АБО, вихід другого нормуючого перетворювача сигналів підключений до першого входу третього функціонального перетворювача, вихід якого підключений до входу елемента АБО, вихід сенсора потужності підключений до входу перетворювача потужності в напругу постійного струму, вихід якого підключений до входу третього нормуючого перетворювача сигналів, вихід якого підключений до другого входу компаратора, перший вхід якого з'єднаний із виходом блока задання найбільшої потужності, що відповідає нормальному режиму роботи трансформатора, вихід компаратора підключений до другого входу третього функціонального перетворювача, до входу електричного годинника та до другого входу четвертого функціонального перетворювача, перший вхід якого з'єднаний із другим виходом електричного годинника, перший вихід якого підключений до третього входу третього функціонального перетворювача, вихід четвертого функціонального перетворювача з'єднано з колом сигналізації.

Корисна модель відноситься до області електротехніки і може бути використана для контролю технічного стану трансформатора.

Відомий пристрій для контролю технічного стану обмоток трансформатора (А. С. РФ № 2240571, Кл. G01R31/06, G01R31/02, 2004), який містить дві обмотки трансформатора, дві шини напруги, коло заземлення, високовольтний ввід, ємність високовольтного вводу, вимірювальний ввід, повний опір, швидкодіючий комутатор, сенсор, коректор, селективний вимірювач, причому

одні виводи обмоток трансформатора підключені через високовольтні вводи до шин напруги, вивід другої обмотки підключений до кола заземлення, вивід першої обмотки підключений через сенсор також до кола заземлення, вихід сенсора підключений до входу коректора, вихід якого підключений до входу селективного вимірювача, вихід високовольтного вводу підключений до ємності високовольтного вводу, вихід якого підключений до вимірювального вводу, який підключений до входу повного опору та входу швидкодіючого комутато-

UA (19) 57719 (13) U

ра, вихід повного опору та вихід швидкодіючого комутатора підключені до кола заземлення.

Недоліком даного пристрою є низька точність, оскільки контроль здійснюється лише за частотними характеристиками струму в обмотках.

За прототип обрано пристрій для діагностування силового сухого трансформатора власних потреб та систем технологічних захистів енергоблока теплової електростанції: монографія /В.В. Грабко, Д.О. Березницький. - Вінниця: ВНТУ, 2010. - 124 с. - ISBN 978-966-641-345-4), який містить сенсор температури навколишнього середовища, сенсор напруги, сенсор струму, перший та другий перетворювачі температури в напругу постійного струму, перший, другий третій та четвертий нормуючі перетворювачі сигналів, перший та другий аналого-цифрові перетворювачі; блок обчислення потужності, перший та другий перетворювачі змінної напруги в постійну, блок задання найбільшої потужності, що відповідає нормальному режиму роботи трансформатора, перший та другий компаратори, перший, другий та третій генератори сигналів, перший, другий, третій та четвертий елементи І, регістр, перший, другий та третій лічильники імпульсів, функціональний перетворювач, комутатор, елемент НІ, елемент АБО, сенсор найвищої температури ізоляції трансформатора, аналоговий суматор; аналоговий функціональний перетворювач; цифро-аналоговий перетворювач, тригер; одновібратор, причому вихід сенсора температури навколишнього середовища підключений до входу першого перетворювача температури в напругу постійного струму, вихід якого з'єднаний із входом першого нормуючого перетворювача сигналів, вихід якого підключений до входу першого аналого-цифрового перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до першої вхідної цифрової шини функціонального перетворювача, вихідна цифрова шина якого підключена до вхідної цифрової шини комутатора, чотири аналогові входи якого з'єднані із відповідним чотирма виходами першого лічильника імпульсів, вхід якого з'єднаний із виходом другого генератора сигналів, вихід сенсора напруги підключений до входу другого нормуючого перетворювача сигналів, вихід якого підключений до першого входу блоку обчислення потужності, вихід якого підключений до входу першого перетворювача змінної напруги в постійну, вихід якого підключений до входу другого аналого-цифрового перетворювача і до першого входу першого компаратора, другий вхід якого з'єднаний із виходом блоку задання найбільшої потужності, що відповідає нормальному режиму роботи трансформатора, вихідна цифрова шина другого аналого-цифрового перетворювача підключена до цифрової вхідної шини регістра і до третьої вхідної цифрової шини функціонального перетворювача, друга вхідна цифрова шина якого з'єднана із вихідною цифрою шиною регістра, аналоговий вхід якого з'єднаний із виходом першого елемента І, інверсний вхід якого з'єднаний із виходом першого компаратора, з аналоговим входом функціонального перетворювача, з другим входом другого елемента І та з входом елемента

НІ, вихід якого з'єднаний із першим входом третього елемента І, вихід якого підключений до другого входу елемента АБО, перший вхід якого з'єднаний із виходом другого елемента І, перший вхід якого з'єднаний з виходом комутатора, вихід елемента АБО підключений до входу другого лічильника імпульсів, вихід сенсора струму підключений до входу третього нормуючого перетворювача сигналів, вихід якого підключений до другого входу блоку обчислення потужності та до входу другого перетворювача змінної напруги в постійну, вихід якого підключений до першого входу аналогового суматора, другий вхід якого з'єднаний із виходом четвертого нормуючого перетворювача сигналів, вхід якого з'єднаний із виходом другого перетворювача температури в напругу постійного струму, вхід якого з'єднаний із виходом сенсора найвищої температури ізоляції трансформатора, вихід аналогового суматора підключений до входу аналогового функціонального перетворювача, вихід якого підключений до першого входу другого компаратора, другий вхід якого з'єднаний із виходом цифро-аналогового перетворювача, цифрова вхідна шина якого з'єднана із вихідною цифрою шиною третього лічильника імпульсів, перший вхід якого з'єднаний із виходом четвертого елемента І та з другим входом третього елемента І, вихід третього генератора сигналів підключений до першого входу четвертого елемента І, другий вхід якого з'єднаний із виходом тригера та з входом одновібратора, вихід якого з'єднаний із другим входом третього лічильника імпульсів та з другим входом тригера, перший вхід якого з'єднаний із виходом другого компаратора, вихід першого генератора сигналів підключений до другого входу першого елемента І.

Недоліком даного пристрою є вузькі його функціональні можливості, низька точність, оскільки не має можливості вимірювати тривалість перевантаження трансформатора та видавати сигнал в коло сигналізації при недопустимих його перевантаженнях.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для контролю технічного стану трансформатора, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість більш об'єктивно оцінити технічний стан трансформатора, що підвищує точність роботи пристрою та виключає можливість недопустимих перевантажень.

Поставлена задача досягається тим, що в пристрій для контролю технічного стану трансформатора, який складається з сенсора найвищої температури ізоляції трансформатора, першого та другого перетворювачів температури в напругу постійного струму, сенсора температури навколишнього середовища, першого, другого та третього нормуючих перетворювачів сигналів, блоку задання найбільшої потужності, що відповідає нормальному режиму роботи трансформатора, компаратора, аналогового суматора, першого лічильника імпульсів (в подальшому - лічильника імпульсів), аналогового функціонального перетворювача (в подальшому - першого функціонального перетворювача), елемента АБО, причому вихід сенсора

температури навколишнього середовища підключений до входу другого перетворювача температури в напругу постійного струму, вихід якого з'єднаний із входом другого нормуючого перетворювача сигналів, вихід сенсора найвищої температури ізоляції трансформатора підключений до входу першого перетворювача температури в напругу постійного струму, вихід якого з'єднаний із входом першого нормуючого перетворювача сигналів, вихід якого підключений до другого входу аналогового суматора, вихід елемента АБО підключений до входу лічильника імпульсів, введено задавач максимально допустимої температури ізоляції обмотки, блок віднімання, другий, третій та четвертий функціональні перетворювачі, сенсор потужності, перетворювач потужності в напругу постійного струму, електричний годинник, причому вихід задавача максимально допустимої температури ізоляції обмотки підключений до першого входу блоку віднімання, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого нормуючого перетворювача сигналів, вихід блоку віднімання підключений до входу першого функціонального перетворювача, вихід якого підключений до входу аналогового суматора, вихід якого підключений до входу другого функціонального перетворювача, вихід якого підключений до першого входу елемента АБО, вихід другого нормуючого перетворювача сигналів підключений до першого входу третього функціонального перетворювача, вихід якого підключений до входу елемента АБО, вихід сенсора потужності підключений до входу перетворювача потужності в напругу постійного струму, вихід якого підключений до входу третього нормуючого перетворювача сигналів, вихід якого підключений до другого входу компаратора, перший вхід якого з'єднаний із виходом блоку задання найбільшої потужності, що відповідає нормальному режиму роботи трансформатора, вихід компаратора підключений до другого входу третього функціонального перетворювача, до входу електричного годинника та до другого входу четвертого функціонального перетворювача, перший вхід якого з'єднаний із другим виходом електричного годинника, перший вихід якого підключений до третього входу третього функціонального перетворювача, вихід четвертого функціонального перетворювача з'єднано з колом сигналізації.

Пристрій для контролю технічного стану трансформатора пояснюється кресленням, на якому зображена його структурна схема. На схемі: 1 - сенсор найвищої температури ізоляції трансформатора; 2, 10 - відповідно перший та другий перетворювачі температури в напругу постійного струму; 3, 11, 14 - відповідно перший, другий та третій нормуючі перетворювачі сигналів; 4 - задавач максимально допустимої температури ізоляції обмотки; 5 - блок віднімання; 6, 8, 17, 21 - відповідно перший, другий, третій та четвертий функціональні перетворювачі; 7 - аналоговий суматор; 9 - сенсор температури навколишнього середовища; 12 - сенсор потужності; 13 - перетворювач потужності в напругу постійного струму; 15 - блок задання найбільшої потужності, що відповідає нормальному режиму роботи трансформатора; 16 - компаратор;

18 - електричний годинник; 19 - елемент АБО; 20 - лічильник імпульсів, причому вихід сенсора температури навколишнього середовища 9 підключений до входу другого перетворювача температури в напругу постійного струму 10, вихід якого з'єднаний із входом другого нормуючого перетворювача сигналів 11, вихід якого підключений до першого входу третього функціонального перетворювача 17, вихід якого підключений до входу елемента АБО 19, вихід якого підключений до входу лічильника імпульсів 20, вихід сенсора найвищої температури ізоляції трансформатора 1 підключений до входу першого перетворювача температури в напругу постійного струму 2, вихід якого з'єднаний із входом першого нормуючого перетворювача сигналів 3, вихід якого підключений до другого входу аналогового суматора 7, вихід задавача максимально допустимої температури ізоляції обмотки 4 підключений до першого входу блоку віднімання 5, другий вхід якого з'єднаний з виходом першого нормуючого перетворювача сигналів 3, вихід блоку віднімання 5 підключений до входу першого функціонального перетворювача 6, вихід якого підключений до входу аналогового суматора 7, вихід якого підключений до входу другого функціонального перетворювача 8, вихід якого підключений до першого входу елемента АБО 19, вихід сенсора потужності 12 підключений до входу перетворювача потужності в напругу постійного струму 13, вихід якого підключений до входу третього нормуючого перетворювача сигналів 14, вихід якого підключений до другого входу компаратора 16, перший вхід якого з'єднаний із виходом блоку задання 15 найбільшої потужності, що відповідає нормальному режиму роботи трансформатора, вихід компаратора 16 підключений до другого входу третього функціонального перетворювача 17, до входу електричного годинника 18 та до другого входу четвертого функціонального перетворювача 21, перший вхід якого з'єднаний із другим виходом електричного годинника 18, перший вихід якого підключений до третього входу третього функціонального перетворювача 17, вихід четвертого функціонального перетворювача 21 з'єднано з колом сигналізації.

Передбачається, що в лічильнику імпульсів 20 введено у вигляді двійкового коду загальний робочий ресурс трансформатора, витрачання якого здійснюється при надходженні на вхід лічильника різних послідовностей імпульсів.

Блоки 1-8 призначені для визначення спрацювання ресурсу трансформатора за станом ізоляції обмоток. Блоки 9-18 призначені для визначення спрацювання ресурсу трансформатора за станом його перевантаження та за впливом температури навколишнього середовища. Блоки 18 та 21 призначені для фіксування значення та тривалості перевантаження трансформатора й подачі сигналу в коло сигналізації при недопустимих їх комбінаціях.

Пристрій працює так.

Температура $t_{об}^o$, виміряна сенсором найвищої температури ізоляції трансформатора 1, через перетворювачі 2 і 3 подається на другий вхід блоку віднімання 5 і на другий вхід аналогового сума-

тора 7. На перший вхід блоку віднімання 5 подається значення максимально допустимої температури $t_{\text{доп}}^0$ ізоляції обмоток з задавача максимально допустимої температури ізоляції обмотки 4. Після операції віднімання $t_{\text{доп}}^0 - t_{\text{об}}^0$ в блоці віднімання 5 отримується значення $t_{\text{пер}}^0$ перевищення температури найбільш нагрітої точки ізоляції, викликане зміною струмів навантаження, яке надходить до першого функціонального перетворювача 6. Останній на виході видає сигнал

$$\begin{cases} t_{\text{пер}}^0, & \text{якщо } t_{\text{пер}}^0 > 0; \\ 0, & \text{якщо } t_{\text{пер}}^0 \leq 0 \end{cases}$$

і подає на перший вхід аналогового суматора 7, на другий вхід якого надходить з першого нормуючого перетворювача 3 сигнал, пропорційний $t_{\text{об}}^0$. В аналоговому суматорі 7 відбувається додавання поточної температури $t_{\text{об}}^0$ найбільш нагрітої точки обмоток та значення $t_{\text{пер}}^0$ перевищення температури найбільш нагрітої точки ізоляції, викликане зміною струмів навантаження, яке надходить до другого функціонального перетворювача 8, на виході якого з'являється сигнал, пропорційний $e^{\alpha(t_{\text{об}}^0 + t_{\text{пер}}^0)}$, який далі подається на перший вхід елемента АБО 19. α - коефіцієнт, що враховує зміну терміну служби ізоляції при зміні температури найбільш нагрітої точки ізоляції обмоток.

Температура $t_{\text{навок}}^0$, виміряна сенсором температури навколишнього середовища 9, через відпо-

відні перетворювачі 10 та 11 подається на перший вхід третього функціонального перетворювача 17.

Потужність P вторинного кола, виміряна сенсором потужності 12, через відповідні перетворювачі 13 і 14 подається на другий вхід компаратора 16, на перший вхід якого надходить сигнал з блоку задання 15 найбільшої потужності P_n , що відповідає нормальному режиму роботи трансформатора. У випадку виконання умови $P > P_n$, з виходу компаратора 16 на другий вхід третього функціонального перетворювача 17 надходить значення P . Це ж значення потужності P подається і на вхід електричного годинника 18 і на другий вхід четвертого функціонального перетворювача 21, на перший вхід якого подається сигнал з другого виходу електричного годинника 18, перший вихід якого підключено до третього входу третього функціонального перетворювача 17. В третьому функціональному перетворювачі 17 відбувається перетворення в відпрацьований ресурс трансформатора за амплітудою і тривалістю його перевантаження та впливом температури навколишнього середовища. Результат такого перетворення надходить на другий вхід елемента АБО 19.

В лічильнику імпульсів 20 відбувається зменшення двійкового коду у відповідності до витраченого ресурсу трансформатора, який надходить з двох каналів (блоки 1-8, блоки 9-18) через елемент АБО 19.

Четвертий функціональний перетворювач 21 здійснює контроль перевантаження за потужністю, яке надходить з компаратора 16, та його тривалості, яке фіксується електричним годинником 18.

