



УДК 621.316.001.5

Кутковецький В.Я., Подимака В.І.,
Коновалов А.П.

Підвищення надійності роботи котушок магнітів підймальних кранів

Підймальні крани використовують потужні магніти для перевантаження залізного брухту. Основною частиною цих магнітів є електричні котушки, які живляться постійним струмом. Надійність роботи цих електричних котушок має велике значення з багатьох причин:

- ремонт та заміна секцій котушок – складна і дорога операція;
- котушки працюють в умовах підвищеної вологості – під відкритим небом, у портах, під дощем, в умовах вібрації та ударів. Надійність та висока якість котушок є гарантією безвідмовної роботи кранів;
- відмова в роботі підймального крана призводить не лише до додаткових витрат щодо його ремонту, а, що значно гірше, – до технологічних втрат за рахунок затримки завантажувальних операцій. Відомо, що затримки та простої у завантаженні суден та інших засобів перевезення вантажу обходяться занадто дорого;
- самі електричні котушки є гострим дефіцитом.

Тому підвищенню надійності роботи електричних котушок підймальних кранів приділяють велику увагу вже в процесі виробництва. Саме цьому питанню присвячена дана стаття. Описувана нижче робота була виконана за дорученням керівництва Миколаївського річкового порту, який є виробником котушок електромагнітів підймальних кранів.

Електромагнітна котушка підймальних кранів

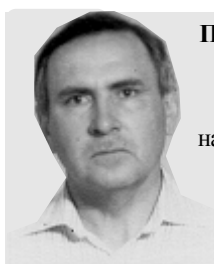
споживає 20 кВт й складається з 4-х секцій, увімкнених послідовно, до котрих подається напруга 220 В постійного струму (тобто на одну секцію припадає 55 В напруги). Секція – це плоска котушка товщиною в один виток з зовнішнім та внутрішнім діаметрами відповідно 1500 та 700 мм і загальною кількістю витків 400. По витках секції з опором 0,58 Ом у робочому стані протікає номінальний постійний струм 94,5 А. Висота алюмінієвої шини, якою намотана котушка – 60 мм (одночасно це є і товщиною однієї секції). Основним виробничим дефектом є наявність короткого замикання між витками, у зв'язку з чим велика кількість вже готових секцій йшла у брак. Часто цей дефект виявлявся за порівняно короткий термін у процесі роботи крана й тому постійно надходили рекламції виробнику від користувачів. Потрібно було налагодити поточний виробничий контроль, щоб не допустити такого небезпечного дефекту серед котушок.

З технічної літератури відомо, що для виявлення короткозамкнених витків у котушках трансформатора використовують чутливу, невелику за розміром котушку (увімкнену на вольтметр), яка в області короткозамкненого витка показує зміну магнітного поля, вказуючи тим самим на наявність та приблизне місце знаходження короткозамкнених витків. Відомий також спосіб, коли контролювана котушка є вторинною обмоткою трансформатора і наявність короткозамкнених витків визначається по струму первинної обмотки.

Недоліками такого методу випробування є необхідність тримати вимірювальну котушку на однаковій відстані від контрольованої котушки; відсутність іспиту опору ізоляції підвищеною напругою, або необхідність створювати окреме джерело живлення для такого іспиту; наявність фонових магнітних полів (бо сама котушка увімкнена на повну напругу), яке утруднює визначення місця короткого замикання;

В даному випадку для отримання інформації про пошкодження секції був використаний інший підхід (мал.1, 2):

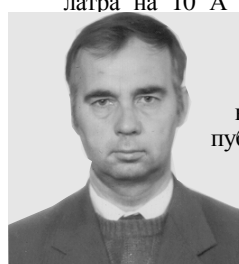
- секція 1 (мал.1) охоплювалась магнітопроводом 3, який має первинну обмотку 4 (увімкнену через латр на напругу 220 В змінного струму частотою 50 Гц) та розімкнену вторинну обмотку у вигляді контрольованої секції 1 електричної котушки крана. Первинна обмотка 4 має число витків 197. Таким чином, на один виток первинної обмотки припадало



Подимака Валерій Іванович. Закінчив Миколаївський кораблебудівний інститут у 1962 р. кандидат технічних наук, доцент. 43 публікації. Сфера наукових інтересів – електроенергетика, електричні машини, автоматичні регулятори та захист генераторних агрегатів.

приблизно 1 В напруги (цьому була приділена особлива увага з причин, які наведені нижче). Тоді, якщо врахувати, що число витків секції електромагніта дорівнює 400, то на 1 секції замість номінальної напруги 55 В виникає напруга, яка приблизно дорівнює 400 В, тобто приблизно у 8 разів більша за номінальну напругу (а якщо врахувати амплітуду напруги змінного струму – то й більше). Це давало змогу гарантовано перевірити не лише наявність короткозамкнених витків, але й опір ізоляції в ході виробничого процесу, що дозволило значно підвищити надійність секції, ефективність контролю її якості в ході виробництва й вдосконалити технологічний процес (бо виникли додаткові вимоги щодо самого технологічного процесу – в основному до якості та опору ізоляції, до процесу намотування котушки секції, до намотувального верстата, до роботи інших верстатів);

- підвищена напруга на витках секції 1 (мал.1) при її контролюванні дала змогу ефективно виявляти наявність короткозамкнених витків;
- виявлення місця знаходження короткого замикання витків секції виконувалось за допомогою окремої контрольної вимірювальної котушки 2 (мал. 1), яка через випрямляч була увімкнена на мініатюрний мікроамперметр, що працював у режимі короткого замикання (мал. 2). Ця схема живилась за рахунок змінного електромагнітного поля, яке створювали короткозамкнені витки секції електромагніта (якщо вони були). Окремого живлення вона не мала й вільно вміщувалась у долоні контролюючого (її розміри – приблизно 100x70x30 мм). Контролюючий проводив вимірювальною котушкою над секцією і у місці знаходження короткозамкнених витків спостерігав відхилення стрілки мікроамперметра. Якщо таких витків не було, то вважалось, що секція не має дефектів, й вона надходила на подальшу обробку. Таким чином, виявлялись наявність та місце знаходження дефекту. Були вжиті заходи, щоб запобігти ураженню електричним струмом працюючих від підвищеної напруги секції, яка контролювалась;
- схема виконувала дві функції: при низькій напрузі на первинній обмотці виявлялась наявність короткозамкнених витків, а при високій напрузі (вона відповідає номінальній напрузі 220 В на первинній обмотці) контролювалась якість опору ізоляції. Перевірка секції виконувалась при поступовому збільшенні напруги за допомогою латра на 10 А навантаження, з якого подавалось



Коновалов Олександр Павлович.

Закінчив Миколаївський кораблебудівний інститут у 1970 р. 9 публікацій. Сфера наукових інтересів – електроенергетика.

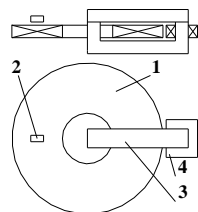
живлення на первинну обмотку приладу (вторинною обмоткою служила сама секція);

- за рахунок того, що секція не мала власного живлення (працювала в режимі холостого ходу), підвищилась чутливість приладу, на який вже не впливали сторонні електромагнітні поля.

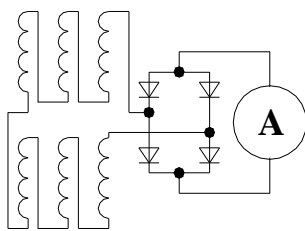
Треба сказати, що розроблена схема була обрана як більш надійна та ефективна після всебічного розгляду інших можливостей контролю, таких як:

- використання різних джерел живлення: застосування самої секції як первинної обмотки повітряного автотрансформатора (величина індуктивності секції це дозволяла); використання імпульсних електронних схем живлення з магнітопроводом, що переміщувався по поверхні секції й охоплював лише частину її витків та ін.;
- використання різних засобів виявлення короткозамкнених витків як за магнітним полем, так і за підвищенням температури – ефекту Холла, датчиків температури, залізних ошурок, радіоелектронних схем з окремим живленням, датчиків магнітних полів.

Таким чином, збільшення функцій контролю,



Мал. 1 Розташування приладу:
1- секція;
2 – вимірювальна котушка;
3 – магнітопровід;
4 – первинна обмотка трансформатора.



Мал. 2. Вимірювальна котушка.

надійність, простота обслуговування, наочність знаходження місця дефекту є позитивними рисами розробленого приладу. Він міцно вписався у виробничий процес електричних котушок Миколаївського річкового порту і за два роки праці на нього були лише схвальні відгуки і не було жодних нарікань.

Література.

1. Русин Ю.С. Трансформаторы звуковой и ультразвуковой частоты. – Л.: Энергия, 1973. – 152 с.