

MODERNIZACJA NAPĘDU ELEKTRYCZNEGO WIRÓWKI DO TWAROGU TYPU DSC/1

Zbigniew Krzemiński, MMB Drives sp. z o.o.

Zakres modernizacji

Wirówka DSC/1 produkcji NRD zainstalowana w Spółdzielni Mleczarskiej „Maćkowy” w Gdańsku została zmodernizowana poprzez całkowitą wymianę układu sterowania i zastosowanie falownika MMB oraz remont podzespołów mechanicznych. Widok wirówki po remoncie przedstawiono na Fot. 1, natomiast panel sterowania na Fot. 2. Modernizację napędu wykonała firma MMB Drives sp. z o.o., natomiast część mechaniczną zmodernizowała Politechnika Gdańska. Modernizację zakończono w czerwcu 2007 r.



Fot. 1. Widok wirówki po modernizacji



Fot. 2. Panel sterowania

Stan układu napędowego przed modernizacją

Wirówka DSC/1 była napędzana silnikiem indukcyjnym z rozruchem za pomocą przełącznika Y/Δ. Przekładnia zapewnia roboczą prędkość obrotową wirówki równą ok. 6000 obr/min. Duża masa wirówki, duża prędkość obrotowa i prymitywny sposób przeprowadzania rozruchu powodowały, że do osiągnięcia pełnej prędkości potrzebne było około 18 minut. Tak długi czas rozruchu był wynikiem zmniejszonego momentu rozruchowego silnika załączonego w gwiazdę. Niekorzystnym efektem było przy tym nagrzewanie się silnika spowodowane dużym prądem i stratami. Zupełnie niekorzystnie rozwiązano hamowanie. Uzwojenia silnika były przełączane w odpowiednią konfigurację i zasilane prądem stałym, przy czym energia tracona była zarówno w uzwojeniu stojana jak i wirnika. W rezultacie hamowanie odbywało się przy małym momencie i trwało około 30 minut. Energia kinetyczna wirówki zamieniała się w ciepło wydzielane w silniku. Wynikała stąd konieczność ostudzenia silnika przed następnym rozruchem i hamowaniem.



Fot. 3. Wyposażenie obudowy panelu sterowania

Przeprowadzenie operacji hamowania powodowało znaczne nagrzanie silnika i zgodnie z instrukcją następny rozruch możliwy był po 3 godzinach. Jeżeli z powodów technologicznych konieczne jest kolejne hamowanie, to następny rozruch może być wykonany dopiero po 8 godzinach. Ciężki rozruch i hamowanie mogą być przyczyną częstych awarii silnika.

Analiza możliwości modernizacji napędu wirówki

Współczesnym rozwiązaniem napędu wirówki jest zastosowanie przetwornicy tranzystorowej. Dostępne na rynku przetwornice zbudowane są z prostownika diodowego i falownika napięcia. Wykorzystanie takiej przetwornicy do modernizacji napędu wirówki o dużej bezwładności wymaga zastosowania rezystora o mocy równej mocy silnika przeznaczonego do rozpraszania energii podczas hamowania. Regulacja prędkości silnika podczas rozruchu i hamowania obiektu o dużej bezwładności wymaga zastosowania kaskadowego układu



Fot. 4. Falownik MMB z wyposażeniem dodatkowym.
Z lewej strony wysokoczęstotliwościowe dławiki filtra sieciowego.
W centralnej części płyta sterowania elektronicznego falownikiem

regulacji z podporządkowanym obwodem regulacji momentu silnika. To z kolei prowadzi do ograniczenia maksymalnego napięcia na wyjściu przetwornicy z prostownikiem do około 83% napięcia sieci zasilającej, co wymaga zastosowania silnika o obniżonym napięciu znamionowym lub zastosowania silnika o większej mocy, zmiany przekładni i ograniczenia maksymalnej prędkości obrotowej. Ponadto wymagany jest pomiar prędkości kątowej wirnika lub zastosowanie bezczujnikowego układu regulacji.

Podawane przez producentów napięcia wyjściowe falownika równe napięciu sieci zasilającej osiągane są metodą nadmodulacji, która jest możliwa jedynie przy zastosowaniu sterowania ze stałym stosunkiem U/f. Tak sterowany falownik musi być dobrany na moc co najmniej dwukrotnie większą od mocy znamionowej silnika, co znacznie zwiększa koszt modernizacji.



Technicznym rozwiązaniem przetwornicy zapewniającym odpowiednie sterowanie silnikiem w pełnym zakresie prędkości obrotowej jest zastosowanie dwóch falowników, jednego od strony sieci, a drugiego od strony silnika połączonych wspólnym obwodem prądu stałego. Większość firm oferuje w tym celu dwa falowniki z odpowiednim oprogramowaniem połączone obwodami prądu stałego. Układ taki umożliwia zwrot energii do sieci, jego koszt jest jednak wysoki.

Modernizacja z wykorzystaniem falownika MMB

Zastosowany w celu modernizacji napędu wirówki przekształtnik do zasilania silników indukcyjnych opracowany przez MMB Drives przy współpracy z Politechniką Gdańską zawiera dwa falowniki napięcia połączone konstrukcyjnie w jeden układ. Falownik podłączony do sieci zasilającej zapewnia dwukierunkowy przepływ energii i odpowiednie napięcie na kondensatorze w obwodzie prądu stałego. Układ sterowania prędkością kątową wirnika z podporządkowanym obwodem regulacji momentu działa w pełnym zakresie prędkości obrotowej. Zastosowano bezczujnikowy układ regulacji z oryginalnym, opatentowanym sposobem odtwarzania prędkości wirnika. Struktura układu regulacji oparta jest na multiskalarnym modelu silnika będącym uogólnieniem znanego modelu wektorowego.

Zastosowany przekształtnik zapewnia dwukierunkowy przepływ energii oraz znakomite właściwości dynamiczne układu regulacji prędkości i stabilizację momentu w stanach przejściowych. Czas rozruchu wirówki przy stałym momencie wynosi 5 minut, a hamowania 4 minuty. Energia hamowania zwracana jest do sieci zasilającej. Zarówno przy pracy silnikowej jak i przy hamowaniu zapewniono sinusoidalny prąd po stronie sieci zasilającej. Sposób sterowania falownikiem i filtr po stronie sieci zasilającej zapewniają małą zawartość wyższych harmonicznych w prądzie po stronie sieci.

Modernizacja napędu wirówki została połączona z pełną wymianą układów sterowania na nowe wraz z okablowaniem, aparaturą i szafami sterowniczymi. Zmodernizowana szafa z układami sterowania wykonana ze stali nierdzewnej została zaprojektowana indywidualnie z uwzględnieniem ergonomii stanowiska pracy przy wirówce. Dodatkowo oddzielną obudowę z falownikiem umieszczono w miejscu o ograniczonej agresywności środowiska.

Zastosowanie falownika MMB do napędu wirówki DSC/1 zmniejsza zużycie energii, przyspiesza prowadzenie procesu produkcji twarogu oraz poprawia warunki pracy obsługi.

Większość rozwiązań zastosowanych w falowniku MMB opracowano w ramach badań własnych pracowników Politechniki Gdańskiej i projektów badawczych finansowanych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, których wyniki wdrożono w MMB Drives sp. z o.o.