



# Wydłużenie żywotności części maszyn przez zastosowanie przekształtników w układach napędowych suwnic

W ostatnich kilkudziesięciu latach krajowy przemysł wyprodukował na potrzeby rozwijającego się przemysłu wiele suwnic. Wraz z rozwojem gospodarczym kraju, rozwojowi podlegał proces myśli technicznej zapisanej w dokumentach normatywnych, na podstawie których suwnice były projektowane i wytwarzane. Proces zmian najlepiej pokazuje tendencja w obniżaniu wysokości napięcia w obwodach sterowania suwnic, gdzie w pierwszych konstrukcjach układów napędowych suwnic z tego okresu wynosiło ono  $U_s=380\text{ V}$  (aparatura sterownicza rozłączała prądy robocze), a obecnie napięcie to wynosi  $U_s=24\text{ V}$ .

Aparaty elektryczne suwnic także uległy procesowi korzystnych zmian od nastawników stykowo-walcowych, które umieszczone były w obwodach napięć bezpośrednio roboczych po obecnie instalowane manipulatory, które pracują w obwodach sterowniczych suwnic o niskim napięciu co jest efektem oddzielenia obwodów wykonawczych od sterowniczych, a w urządzeniu realizującym rozruch i sterowanie elektrycznych silników napędowych jest przekształtnik.

## KRÓTKI RYS HISTORYCZNY – KLASYCZNY UKŁAD STEROWANIA NAPĘDAMI SUWNIC

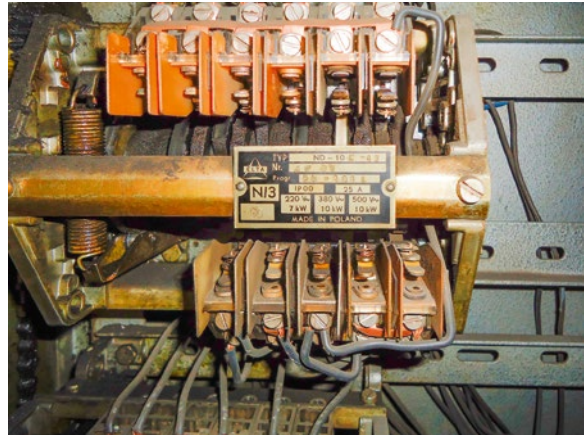
Jedno z klasycznych rozwiązań napędu mechanicznego suwnicy ze względu na ilość wykonanych aplika-

cji polega na zabudowie układu składającego się asynchronicznego silnika pierścieniowego (jako jednostki wprawiającej w ruch elementy mechaniczne) z włączonym w obwód wirnika rezystorem rozruchowo regulacyjnym. Rozruch wybranego mechanizmu suwnicy (podnoszenie główne, podnoszenie pomocnicze, jazda suwnicy, jazda wciągarki) polegał na podaniu na uzwojenie stojana silnika napięcia o odpowiedniej konfiguracji fazy przy jednoczesnym włączeniu maksymalnej wartości rezystancji opornika rozruchowo-regulacyjnego w obwód wirnika tegoż silnika. W dalszym etapie następowało regulowanie prędkości silnika przez kaskadowe przełączanie rezystancji (zmniejszanie jest wartości).



Nastawniki dźwigowe z przerywnikami ND15

Fot. 1



Nastawnik dźwigowy z przerywnikami P125 złączające obwody  $U_s=400\text{ V}$  (380 V) załączający obwód  $U_s=230\text{ V}$  (220 V)

Fot. 2

Pierwotnie proces ten realizowały nastawniki dźwigowe załączające bezpośrednio prądy robocze w obwodach stojana i wirnika silnika napędowego, po tym okresie w układach zaczęły pojawiać się styczniki i przekaźniki jako elementy pośredniczące w procesie sterowania silnikiem napędowym.

### OBECNIE STOSOWANY UKŁAD STEROWANIA NAPĘDAMI SUWNIC

Rozruch i regulacja prędkości elektrycznych silników napędowych suwnic w obecnie produkowanych urządzeniach realizowana jest za pomocą przekształtników napięcia. Na początku lat dziewięćdziesiątych instalowano przekształtniki pracujące w prostym układzie regulacji napięcia w funkcji jego częstotliwości tzw.  $U/f$ . Obecnie stosuje się bardziej zaawansowaną technologię przekształtników pracujących ze stałym wektorem pola magnetycznego – tzw. sterowanie wektorowe.

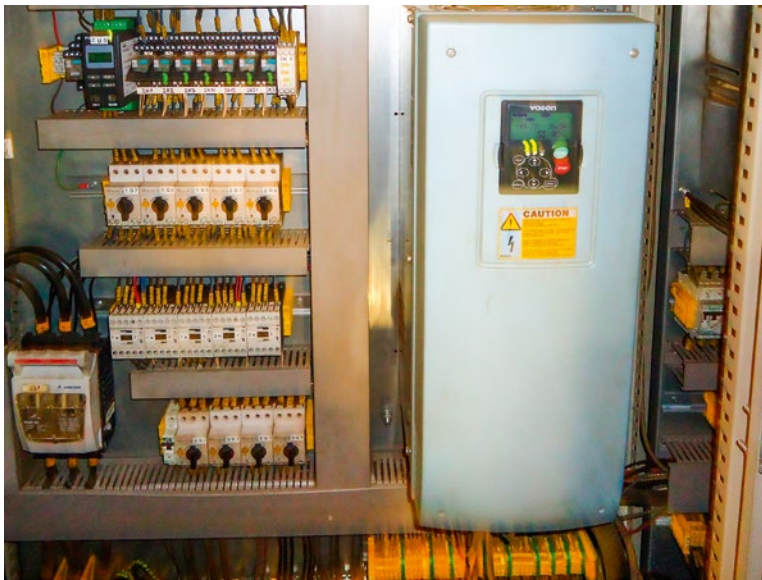
Urządzenia przekształtnikowe przez zastosowanie mikroprocesorów programowalnych oraz tranzystorów IGBT, pozwalają na płynną regulację prędkości silników napędowych wraz z ciągłą kontrolą parametrów pracy silnika w pętli sprzężenia zwrotnego. Ponadto do odpowiednich zacisków przekształtnika podawane są sygnały kontrolujące inne urządzenia wchodzące w skład układu napędowego suwnicy takie jak: termistory informujące o ilości ciepła w uzwojeniach silnika napędowego, stan pracy hamulca mechanicznego, stan pracy rezystora zamieniającego energię elektryczną wynikającą z procesów hamowania na energię cieplną, informację z czujników tensometrycznych systemu ogranicznika udźwigu. Informacje te po przetworzeniu przez system informatyczny przekształtnika realizują bezpieczną pracę mechanizmu suwnicy.

Takie rozwiązanie zapewnia nowoczesne rozwiązanie funkcji bezpieczeństwa, której zapewnienie na odpowiednim poziomie wymagane jest przez przepisy Dyrektywy Maszynowej 2006/42/WE.



Topografia stycznikowo – przekaźnikowa wnętrza klasycznych szaf sterowniczych

Fot. 3



Falowniki zainstalowane w szafach sterowniczych suwnicy

Fot. 4

### WPLYW KLASYCZNEGO UKŁADU STEROWANIA SUWNIC NA PRZYSPIESZONY PROCES ZUŻYCIA CZĘŚCI MASZYN

Realizację ruchu poszczególnych mechanizmów suwnicy zapewnia odpowiednia konstrukcja układów kinematycznych w skład których wchodzi: silnik napędowy wraz z układem sprzęgieł, bębny hamulcowe, przekładnie redukujące wraz z układem sprzęgieł, sprzęgła bębnowe linowych (w układach podnoszenia), wałki transmisyjne z układem sprzęgieł (w układach jazdy), koła napędzane i wolne (w układach jazdy), krążki linowe (w układach podnoszenia), liny (w układach podnoszenia), zblozka hakowe (w układach podnoszenia).

Większość wymienionych elementów układu kinematycznego suwnicy wykonana jest z części maszyn takich jak: koła zębate, tuleje zębate, łożyska, wałki, sprzęgła, sworznie itp. Z technologii części maszyn wynika, że elementy biorące udział w transmisji ruchu obrotowego muszą być zamocowane w obudowach z odpowiednią wartością luzu. Klasyczne układy stycznikowo – przekaźnikowe przez skokową realizację rozruchu i regulacji prędkości obrotowej elektrycznych silników napędowych powodują gwałtowne wybieranie tych luzów powodując

zużycie części maszyn. W wyniku normalnej eksploatacji suwnicy elementy mechaniczne podlegają procesowi zużycia, które generuje konieczność realizacji remontów w trakcie których zużyte podzespoły są regenerowane lub wymieniane.

W układach napędowych mechanizmów jazdy suwnicy załączenie silnika na wybrany kierunek wirowania powoduje szybkie podanie momentu obrotowego z wałka silnika na przekładnię redukującą a z niej na koła pędne. Mimo włączonej całkowitej rezystancji w obwodzie wirnika silnika pierścieniowego oczywiście prawidłowo wyliczonej przez konstruktora suwnicy następuje charakterystyczne szarpnięcie w momencie rozpoczęcia ruchu mechanizmu. Suwnice o udźwigu większym niż 50T przeważnie były budowane jako dwudźwigarowe o specjalnej konstrukcji, które w czołownikach miały zabudowane koła jezdne. Dźwigary spięte są za pomocą łączników zaopatrzonych w przelotowe otwory przez które prowadzone są sworznie przechodzące przez poprzeczne przekroje blachownic dźwigarów oraz łącznika. Przeważnie z czterech lub ośmiu kół jezdnych suwnicy tylko dwa były napędzane. Taka realizacja sposobu napędzania powoduje że na sworznie spinające działają



Zużycie sprzęgła zębatego – ubytek 30% pierwotnej

Fot. 5



Zużycie wkładki sztywnej sprzęgła Olhama – luz 9mm grubości zęba

Fot. 6

siły tnące ponieważ w trakcie jazdy w jednym kierunku dźwigary są ściskane a w trakcie jazdy w drugim kierunku są rozciągane.

Dodatkowo na wartość tych sił ma istotny wpływ stan geometrii torowiska oraz geometrii osadzenia kół w zamkach czołownic. W efekcie opisanych zjawisk sworznie i otwory z biegiem okresu eksploatacji ulegają zużyciu. Ponadto zużyciu ulegają: zęby sprzęgieł zębatach i kół zębatach przekładni redukujących, połączenia wpustowe sprzęgieł i bębnow hamulcowych, powierzchnie cierne bębnow hamulcowych, wkładki sprzęgieł Oldhama, łożyska toczne i ślizgowe i wiele innych elementów mechanicznych. Ponadto same elektryczne aparaty wykonawcze (styczniki, przekaźniki, przerywniki itp.) wymagają okresowej wymiany wynikającej z wykonania określonej przez ich producentów liczby łącz.

W celu uniknięcia powyższych niekorzystnych zjawisk należy wcześniej wykonane suwnice modernizować przez instalację przekształtników do rozruchu i regulacji prędkości obrotowej silników napędowych mechanizmów suwnic. Przez bezstopniowy, płynny rozruch unikamy obciążeń dynamicznie zmiennych powodując łagodne wybieranie luzu na mechanicznych elementach układu kinematycznego suwnic wydłużając w sposób



Fot. 7

Sworznie spinający dźwigary suwnicy Q=80/20t



Fot. 8

Suwnica Q=80/20t prawy łącznik dźwigarów luz sworznia w gnieździe 4 mm



Degradacja lewego obrzeża koła jazdy suwnicy

Fot. 9



Degradacja torowiska suwnicy

Fot. 10

znakomity żywotność tych elementów. Ponadto taka realizacja rozruchu w mechanizmie jazdy suwnicy skutkuje pozytywnie na torowisko suwnicy oraz minimalizuje proces zużywania się bieżni i obrzeży kół suwnicy.

## WNIOSKI

Nic nie stoi na przeszkodzie aby stare suwnice modernizować w kierunku instalacji przekształtników napięcia do celu rozruchu i sterowania prędkością elektrycznych silników napędowych poszczególnych mechanizmów suwnic. Takie postępowanie powoduje konkretne wyniki ekonomiczne dla użytkowników w postaci:

- wydłużenia okresu eksploatacji suwnic i ich torowisk,
- zmniejszenie środków ekonomicznych koniecznych do utrzymania urządzeń w stanie zdatności do eksploatacji,
- minimalizację ryzyka uszkodzenia suwnic w wyniku niewłaściwej eksploatacji,
- minimalizację ryzyka uszkodzenia maszyn i urządzeń do których suwnice dostarczają detale (płynny załadunek detali na stoły maszyn do obróbki skrawaniem, transport ładunków niebezpiecznych).

**Krzysztof Dobrzyński**

Kierownik sekcji techniki i zaopatrzenia  
Partner Serwis sp. z o.o., Oddział w Elblągu