

SŁUŻBY UTRZYMANIA RUCHU

# SUR

Innowacyjne rozwiązania w utrzymaniu ruchu



58<sup>33</sup> PLN

Cena brutto: 63,00 zł (w tym 8% VAT)

[www.sluzby-ur.pl](http://www.sluzby-ur.pl)

Reklama:



INDEKS 226289

Numer 6 (80) 2019 / listopad-grudzień

## OPTiMES

Wyższy poziom produkcji



System do zarządzania produkcją stworzony przez praktyków

Temat numeru:

**Oleje i smary**

Nasi eksperci:



Agnieszka Hyla



Ryszard Nowicki



Arkadiusz Burnos



Małgorzata Senator



Damian Zabicki



Jacek Szymczyk



Dariusz Niezdropa



Piotr Bonarski

### RAPORT:

Sytuacja na rynku pracy

### TECHNOLOGIE:

Beacons w przemyśle – małe urządzenia, wiele możliwości

### KONCEPCJE:

Automatyzacja linii produkcyjnej – sposób na niższe koszty

### DODATEK SPECJALNY:

Bezpieczeństwo i higiena pracy

# Linowe napędy elektryczne w aplikacjach przemysłowych

Wiele aplikacji przemysłowych wymaga zastosowania urządzeń realizujących ruch liniowy o założonych wartościach prędkości, dokładności pozycjonowania oraz możliwości kształtowania przebiegu wysuwu (z jednoczesnym zachowaniem wysokiej powtarzalności położenia). W większości przypadków stosowane są układy z silnikami obrotowymi oraz mechanizmami zamiany ruchu obrotowego na liniowy.

dr hab. inż. Mariusz Hetmańczyk, prof. PŚ

Politechnika Śląska, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Instytut Automatykacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania Centrum Szkoleń Inżynierskich EMT-Systems Sp. z o.o.

**C**oraz częściej spotykanym rozwiązaniem jest zastosowanie elektrycznych silników liniowych, które oferują wysoką precyzję działania, powtarzalność, łatwość programowania oraz doboru nastaw, a także szeroki zakres parametrów eksploatacyjnych. W artykule przedstawiono podstawowe odmiany konstrukcyjne, cechy użytkowe oraz zalety i wady poszczególnych typów liniowych napędów elektrycznych.

## WPROWADZENIE

Linowe napędy elektryczne należą do urządzeń zamieniających energię elektryczną na ruch liniowy. Rozważając zakres obejmowany przez opisane jednostki, można wyróżnić liniowe silniki elektryczne, cylindry elektryczne (elektrocylindry), osie bramowe lub wspornikowe, prowadnice elektryczne oraz wiele innych rozwiązań. Najczęściej spotykane konstrukcje jednostek liniowych wyposażone są w klasyczne silniki o ruchu obrotowym oraz mechanizm zamieniający ruch obrotowy wału silnika na ruch posuwisty (tj. przekładnie śrubowe, napędy pasowe synchroniczne).

Ógół zastosowań elektrycznych jednostek liniowych jest bardzo szeroki, należą do nich m.in. maszyny tekstylne (tkackie, maszyny do tkania dywanów oraz nawijania przędzy), maszyny pakujące (żywność, dobra konsumpcyjne, kosmetyki, farmaceutyki), maszyny drukarskie, jednostki dedykowane do montażu, maszyny do nawijania, maszyny manipulacyjne, jednostki dedykowane do automatyzacji laboratoriów, maszyny do etykietowania, maszyny papiernicze oraz do sortowania.

## SILNIKI LINIOWE BEZ PRZEKŁADNI

Rozwiązania konstrukcyjne o czysto elektrycznym generowaniu ruchu liniowego dzielą się na kilka grup, m.in. silniki indukcyjne LIM (ang. Linear Induction Motor), prądu stałego, synchroniczne LSM (ang. Linear Synchronous Motor), oscylacyjne oraz hybrydowe [1]. Zastosowanie silników zależy od kryterium mocy. Jednostki o:

- niskich wartościach mocy stosowane są w robotyce, aplikacjach związanych z obsługą wszelkiego typu prowadnic, drzwi oraz bram,
- wysokich wartościach mocy znalazły zastosowanie w aplikacjach dźwigowych, dźwignicowych, przenośnikach, maszynach transportowych i przetadunkowych [2].

Silniki liniowe indukcyjne stanowią rozwinięcie konstrukcji konwencjonalnych trójfazowych maszyn indukcyjnych, jednak w zastosowaniach przemysłowych najbardziej rozpowszechnione są silniki synchroniczne. Synchroniczne silniki liniowe stosuje się w przypadku występowania wysokich wymagań dotyczących precyzji i dynamiki. Silnik LSM to maszyna elektryczna, w której ruch mechaniczny jest zsynchronizowany z polem magnetycznym, tj. prędkość mechaniczna przesuwu jest taka sama jak prędkość przemieszczającego się pola magnetycznego. Siła napędowa może być generowana w efekcie działania:

- przemieszczającego się pola magnetycznego, wytwarzanego przez uzwojenie wielofazowe i szereg biegunów magnetycznych (lub szynę ferromagnetyczną o zmiennej reluktancji),
- pola magnetycznego wytwarzanego przez elektronicznie przetłaczane uzwojenia prądu stałego i układ biegunów magnetycznych lub szyny ferromagnetycznej o zmiennej reluktancji (liniowe silniki krokowe lub przetłaczane silniki reluktancyjne).

Jednostki LSM można sklasyfikować według konstrukcji na: płaskie lub rurowe (cylindryczne), jednostronne lub dwustronne, szczelinowe lub bez szczeliny, z rdzeniem żelaznym lub powietrznym, ze strumieniem poprzecznym lub wzdłużnym.

Synchroniczny silnik liniowy jest podobny w konstrukcji do napędu obrotowego. Składa się z dwóch części – pierwotnej (zasilanej elektrycznie) i wtórnej. Część pierwotna składa się z laminowanego rdzenia oraz uzwojenia AC. Natomiast część wtórna z profilu stalowego z zamocowanymi magnesami trwałymi. Opisane jednostki liniowe dzielą się na dwie podstawowe grupy, które obejmują silniki z:

- krótkimi stojanami – wymiary mechaniczne części pierwotnej są mniejsze niż wtórnej; taka konstrukcja umożliwia niezależne przemieszczanie kilku elementów pierwotnych i monitorowanie



## DO PODSTAWOWYCH CECH ELEKTROCYLINDRÓW MOŻNA ZALICZYĆ M.IN. WYSOKĄ GĘSTOŚĆ MOCY (PRZY STOSUNKOWO MAŁYCH WYMIARACH GABARYTOWYCH), MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA ZINTEGROWANYCH CZUJNIKÓW SIŁY, WYSOKĄ ŻYWOTNOŚĆ, ŁATWĄ WYMIANĘ, ZMNIEJSZONĄ EMISJĘ HAŁASU, MOŻLIWOŚĆ ZAMONTOWANIA PRZEKŁADNI PASUJĄCEJ DO CYLINDRA.

kolizji z zastosowaniem jednego elementu wtórnego; magnesy trwałe (część wtórna) jest zazwyczaj nieruchoma [2],

- długimi stojanami – wymiary mechaniczne części wtórnej są mniejsze niż pierwotnej; magnesy trwałe (część wtórna) jest zazwyczaj ruchoma; należy pamiętać, że duże cewki pierwotne powodują generowanie wysokiej mocy pozornej i strat, które z kolei skutkują koniecznością zastosowania falownika o wysokiej mocy [1–2].

Istotną wadą tych silników są ponadto wysokie wartości sił magnetycznych między częścią pierwotną i wtórną, które są spowodowane indukcją magnesów stałych. Siły te są obecne również w stanie bezenergetycznym, niezależnie od rozwijanej wartości siły posuwu. Siła magnetyczna może być skompensowana przez:

- zastosowanie liniowego systemu przewodnic (charakteryzujących się bardzo wysoką nośnością i naprężeniem wstępnym),
- ciężar ładunku,
- rozmieszczenie dwóch lub większej liczby silników liniowych o przeciwnych zwrotach siły magnetycznej.

Do podstawowych cech liniowych silników synchronicznych można zaliczyć [1–3]:

- bardzo dobry wskaźnik dokładności pozycjonowania (nawet przy wysokich prędkościach),
- wysoką sztywność układu,
- brak luzów,
- brak zużycia części składowych (dzięki bezdotykowemu przenoszeniu energii),
- niski poziom generowanego hałasu,
- wysoką dokładność pozycjonowania.

## CYLINDRY ORAZ ELEKTRONAPĘDY LINIOWE

W grupie liniowych napędów elektrycznych znajdują się również elektrocyлиндry [2–8]. Są one odpowiedzią na potrzeby aplikacji przemysłowych, w których należy zastosować napędy stanowiące rozwiązania pośrednie pomiędzy siłownikami pneumatycznymi

i hydraulicznymi. Do podstawowych zastosowań elektrocyłindrów można zaliczyć: systemy transportu, manipulacji oraz dystrybucji materiałów (przemysł drzewny i tworzyw sztucznych; obsługę magazynów narzędziowych obrabiarek; pobieranie, przeniesienie oraz manipulację tkaninami; transport i zasilanie maszyn w przemyśle motoryzacyjnym), osprzęt do testowania i zastosowań laboratoryjnych, obsługę zaworów i klap, maszyny do pakowania i automatyzacji procesów w przemyśle spożywczym. Certyfikat ATEX rozszerza możliwość zastosowania elektrocyłindrów liniowych w przemyśle naftowym, gazowym, chemicznym, farmaceutycznym, gorzelnicznym, przemyśle drukarskim, przetwórstwie tworzyw sztucznych, energetycznym (wytwarzanie biogazu, turbiny gazowe), lakierniczym, przetwarzania odpadów.

Do podstawowych cech elektrocyłindrów można zaliczyć m.in. wysoką gęstość mocy (przy stosunkowo małych wymiarach gabarytowych), możliwość zastosowania zintegrowanych czujników siły, wysoką żywotność, łatwą wymianę (dzięki zaprojektowaniu zgodnie z obowiązującymi normami ISO), zmniejszoną emisję hałasu, możliwość zamontowania przekładni pasującej do cylindra.

W kontekście omawianej tematyki warto doprecyzować różnice między kilkoma definicjami:

- skok – definiowany jako maksymalna wartość mechanicznego przesunięcia elementu ruchomego możliwa do wykonania pomiędzy wewnętrznymi ogranicznikami krańcowymi,
- skok użyteczny – założona odległość przemieszczenia elementu ruchomego,
- skok w stanach zatrzymania awaryjnego – bezpieczny przejazd (skok wymagany, aby spowolnić cylinder po przejściu przez wyłącznik krańcowy), zatrzymanie awaryjne (skok wymagany w celu uniknięcia kontaktu z mechanicznymi ogranicznikami krańcowymi), opisane parametry są szczególnie istotne w aplikacjach, które wymagają manipulacji dużymi masami lub ruchów o wysokiej dynamice.

Rozwiązania konstrukcyjne wrzecion do elektrocyłindrów oparte są na przekładniach śrubowo-tocznym (z zamkniętym obiegiem elementów toczone) lub planetarnych (wykonania specjalne).

Innymi jednostkami należącymi do elektronapędów liniowych są jednostki ze zintegrowanymi przekładniami mechanicznymi. Wyróżniamy tutaj:

- osie bramowe – z paskiem zębatym (napędy o dużej dynamice działania, stosowane w przypadku wysokich prędkości, dużych obciążeń i przy długich skokach), z przekładnią śrubowo-toczną, o zarysie trapezowym gwintu (napęd o wysokiej precyzji zapewniający dokładność i płynne działanie przy pracy z dużymi obciążeniami i długimi skokami),
- osie wspornikowe – z paskiem zębatym (długie skoki; duże wartości przyspieszeń i prędkości połączone z wysoką dokładnością i powtarzalnością pozycjonowania), z wrzecionem śrubowym (do krótkich skoków, aplikacji o wysokiej dynamice odpowiedzi i precyzji; przy występowaniu wysokich obciążeniach efektywnych; idealne do zastosowań typu Pick&Place w systemach manipulacyjnych),
- prowadnice elektryczne – wysoka wydajność, precyzja, wysoka ładowność i dynamika, kompaktowe rozmiary; idealne do zastosowań pionowych, takich jak wciskanie lub łączenie;