

421890
ISSN 1896-0677



INDEKS 226289

49⁹⁹
zł netto

Cena brutto: 52,49 zł (w tym 5% VAT)

WWW.SLUZBY-UR.PL

Od 10
lat!

SŁUŻBY UTRZYMANIA RUCHU

SUR

Innowacyjne rozwiązania w utrzymaniu ruchu

TEMAT NUMERU:
AUTOMATYKA

NUMER 2(58)/2016 marzec-kwiecień

4tech systemy informatyczne
systemy informatyczne

System wspomagający
zarządzanie remontami,
inwestycjami
i eksploatacją urządzeń.

20 lat doświadczenia na rynku
oraz najnowsze technologie
informatyczne pozwalają spełniać
oczekiwania naszych klientów.

4TECH Systemy Informatyczne

ul. Sosnkowskiego 17, 02-495 Warszawa, tel. 22 882 54 56

4tech@4tech.com.pl, www.4tech.com.pl



 **plan9000.net**

◦ **AUTOMATYKA**
SKUTECZNA ELIMINACJA BŁĘDÓW
I BRAKÓW PRODUKCYJNYCH

◦ **DIAGNOSTYKA**
EKSPLOATACJA I DIAGNOSTYKA WIELKOGABARYTOWYCH
ŁOŻYSK TOCZNYCH

TPM
Baza awarii i wskaźniki, czyli
zapobieganie przez analizowanie

HYDRAULIKA I PNEUMATYKA
Naprawa i regeneracja siłowników
hydraulicznych tłokowych
dwustronnego działania

Aplikacje przemysłowe motoreduktorów

Rynek napędów przemysłowych nie może istnieć bez udziału przekładni.

Motoreduktory stanowią wynik rozwoju w dziedzinie technik napędowych, związanego z integracją urządzeń mechatronicznych. Postępująca integracja wymusiła konieczność opracowania bezobsługowych i tanich komponentów układów napędowych, wyposażonych w silnik oraz przekładnię.



dr inż. Mariusz Hetmańczyk, EMT Systems Sp. z o.o.

Otrzymał tytuł doktora inżyniera w 2011 r. na Wydziale Mechanicznym Technologicznym Politechniki Śląskiej. Obecnie jest pracownikiem naukowo-dydaktycznym Instytutu Automatyzacji Procesów Technologicznych i Zintegrowanych Systemów Wytwarzania. Naukowe zainteresowania skupione są wokół zagadnień automatyki i robotyki, sterowania, mechatroniki, diagnostyki przemysłowej, predykcji stanów bazującej na metodach grafowych oraz technologii MEMS. Jest autorem ponad 80 publikacji związanych z komputerowym wspomaganiami diagnozy oraz prognozy rozproszonych napędów mechatronicznych.

odbiorcy motoreduktor jest jednym elementem funkcjonalnym, który posiada tabliczkę znamionową identyfikującą parametry silnika oraz zintegrowanej przekładni redukcyjnej.

Do zalet motoreduktorów można zaliczyć:

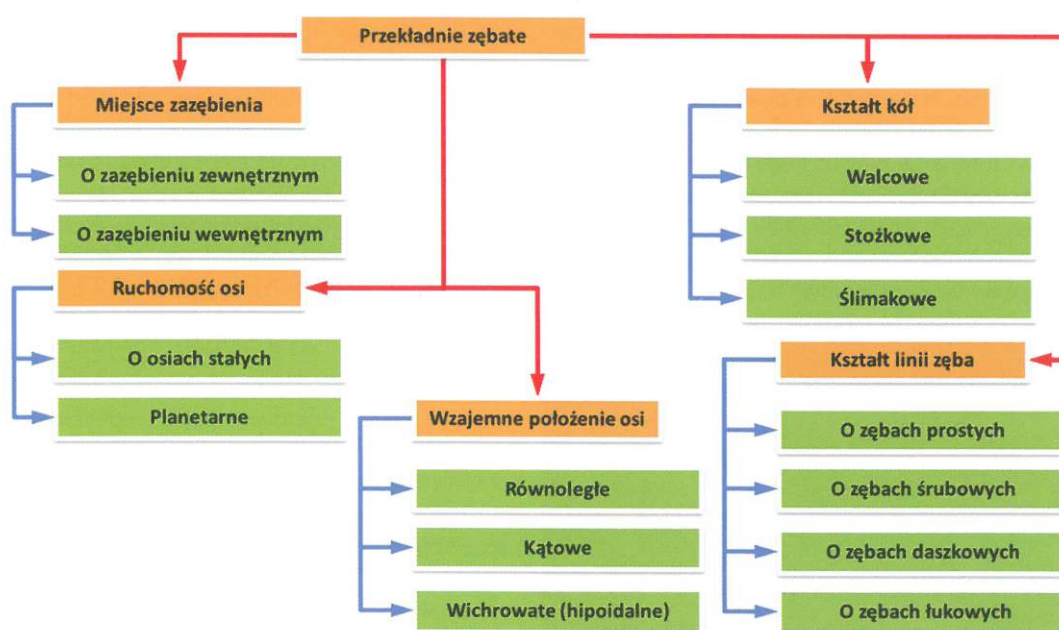
- prosty dobór do wymagań konkretnej aplikacji,
- zwartą konstrukcję oraz małą masę (wielu producentów wykonuje korpusy ze stopów lekkich),
- szeroką paletę odmian konstrukcyjnych oraz zakres parametrów użytkowych.

Dobór motoreduktora powinien uwzględniać kilka podstawowych parametrów użytkowych, m.in.:

- moc [kW] – wyrażoną jako pracę dostarczoną do wału napędzającego przekładni w jednostce czasu,
- obroty wyjściowe [obr./min],
- przełożenie – stosunek prędkości kątowej wału napędzającego ω_1 do prędkości kątowej wału napędzanego ω_2 lub odpowiednio, stosunek liczby obrotów w jednostce czasu, wału napędzającego n_1 do liczby obrotów n_2 wału napędzanego, według wzoru:

WPROWADZENIE

Przekładnia mechaniczna to mechanizm maszyny, którego zadaniem jest przenoszenie ruchu z wału czynnego (napędzającego) na wał bierny (napędzany), najczęściej z jednoczesną zmianą prędkości i wartości momentu obrotowego [1,2]. Motoreduktor to element układu napędowego złożony z silnika napędowego oraz przekładni redukcyjnej. Motoreduktory powstały na bazie konstrukcji tradycyjnych przekładni (rys. 1.). Z punktu widzenia końcowego



Rys. 1. Podział tradycyjnych przekładni zębatych [1,2]

Tab. 1. Zestawienie zakresów zastosowania podstawowych odmian motoreduktorów [5÷8]

TYP	ZASTOSOWANIE W BRANŻY PRZEMYSŁOWEJ
Motoreduktory walcowe	<ul style="list-style-type: none"> • samochodowej (lakiernie) • przetwórstwa drewna • chemicznej • przetwórstwa
Motoreduktory walcowe w korpusach płaskich	<ul style="list-style-type: none"> • przetwórstwa tworzyw sztucznych • spożywczej • farmaceutycznej • chemicznej
Motoreduktory walcowo-stożkowe	<ul style="list-style-type: none"> • samochodowej (lakiernie) • przetwórstwa tworzyw sztucznych • spożywczej • farmaceutycznej
Motoreduktory ślimakowe	<ul style="list-style-type: none"> • przetwórstwa tworzyw sztucznych • spożywczej • produkcji używek • chemicznej
Motoreduktory planetarne	<ul style="list-style-type: none"> • transportu • logistyki • montażu • manipulacji • systemów pakujących • przetwórstwa materiałów budowlanych • przeróbki drewna
Motoreduktory walcowe lub stożkowe z mechaniczną regulacją obrotów (wariatory)	<ul style="list-style-type: none"> • przenośników • logistyki • transportu • budowy maszyn • opakowań • pomp

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

- moment obrotowy na wyjściu [Nm] – moment sił zewnętrznych powodujących ruch obrotowy wału przekładni:

$$M_{obr} = \frac{N_0}{\omega}$$

gdzie:

N_0 – moc włożona ogólna [W],

ω – prędkość kątowa wału w radianach na sekundę [rad/s],

- sprawność przekładni – stosunek mocy N_u (energii L_u) użytecznej do mocy N_0 (energii L_0) włożonej:

$$\eta = \frac{N_u}{N_0} = \frac{L_u}{L_0}$$

- cechy wykonania (wielkość, typ zastosowanej przekładni, smarowanie, układ pracy itp.).

Przełożenie przekładni wielostopniowych określa się jako iloczyn przełożeń poszczególnych stopni [2].

W fazie ustalania typu zastosowanego motoreduktora należy określić wartości podstawowych cech użytkowych w postaci:

- momentu oraz mocy wymaganej do napędzania danego urządzenia (z uwzględnieniem warunków termicznych pracy przekładni),
- momentu rozruchowego na wale wolnoobrotowym,
- wartości obciążenia siłami promieniowymi.

CECHY UŻYTKOWE MOTOREDUKTORÓW

Przekładnie przemysłowe charakteryzują się większą wartością przenoszonych momentów. Na podstawie analiz rynku motoreduktorów można stwierdzić, że górna granica przenoszonego momentu, w przypadku motoreduktorów, wynosi 26 kNm [5]. Podstawowe zakresy zastosowania różnych typów motoreduktorów (zebrane na bazie przeglądu ofert różnych producentów) zestawiono w tabeli 1.

Najczęściej oferowane są motoreduktory dwu- (sprawność w przedziale 94÷96%) lub trójstopniowe (sprawność w przedziale 93÷96%). Odmiany konstrukcyjne umożliwiają różne formy montażu (na łapach, za pomocą kołnierza lub w wersji nasadzonej).

Wysoki współczynnik sprawności sprawia, że motoreduktory są często klasyfikowane jako napędy energooszczędne. W wielu przypadkach używa się również wersji motoreduktorów ze zredukowanym luzem [4], umożliwiających realizację precyzyjnych zadań pozycjonowania. Wysoka trwałość oraz minimalna wartość luzów sprawiają, że są one stosowane zarówno w połączeniu z silnikami asynchronicznymi prądu zmiennego, jak i z serwomotorami asynchronicznymi i synchronicznymi.

Należy jednak pamiętać o specjalnych cechach przekładni ślimakowych, w postaci [1,2]:

- orientacji osi – mechanizm napędowy o wchrowatych osiach a kąt między osiami wynosi na ogół 90°,
- małej sprawności oraz konieczności stosowania do wykonania ślimacznicy drogich materiałów (odpornych na zatarcie),
- ograniczeń dotyczących smarowania – przy prędkościach obwodowych ślimaka do 4÷5m/s położenie ślimaka jest najczęściej dolne (co wynika z warunku korzystnego smarowania),
- zastosowania – przekładnie jednostopniowe stosowane są przy przełożeniach $i = 6,5÷60$,
- warunku obciążeń – występuje znaczne obciążenie siłami osiowymi ślimaka i ślimacznicy,
- warunków termicznych pracy – konieczność intensywnego chłodzenia korpusu przekładni (mała sprawność przekładni powoduje znaczne nagrzewanie się korpusu),
- konieczności zapewnienia możliwości regulacji napięcia wstępnego łożysk skośnych oraz wzajemnego położenia ślimaka i ślimacznicy.

Ciekawą alternatywą w odniesieniu do motoreduktorów ślimakowych jest grupa motoreduktorów SPIROPLAN® firmy SEW-Eurodrive, dzięki swoim cechom użytkowym, którymi są [5]:

- możliwość uzyskania dużych przełożeń, przy zachowaniu małych wymiarów gabarytowych,
- znaczna wartość wskaźnika ząbienia i związanej z nim dużej dokładności kinematycznej przekładni oraz jej płynnej pracy,
- wyższa sprawność (w porównaniu z przekładniami ślimakowymi),
- łatwa regulacja luzów przez osiowy przesuw koła płaskiego,
- odporność na zużycie ząbienia,
- cicha praca,
- zwarta konstrukcja oraz lekka aluminiowa obudowa,

- brak potrzeby konserwacji (niepodlegające zużyciu uzębienie oraz zastosowanie smarowania na cały okres żywotności),
- możliwość zastosowania we wszystkich pozycjach montażowych bez konieczności zmiany ilości oleju.

Zastosowania motoreduktorów można odnieść do kilku najczęstszych aplikacji przemysłowych, takich jak [5+8]:

- **stoły obrotowe** – w tym także stoły indeksujące (najczęściej motoreduktory walcowo-stożkowe, ślimakowe),
- **przenośniki śrubowe** – do produktów sypkich (najczęściej motoreduktory planetarne, walcowe w korpusach płaskich),
- **maszyny paletyzujące** – szczególnie do opakowań, butelek, pakunków, toreb, paczek itd., gdzie wymagane są: synchronizacja ruchów, precyzyjna regulacja i określenie prędkości i położenia, wysoka niezawodność (najczęściej motoreduktory walcowo-stożkowe, walcowe, walcowe w korpusach płaskich, ślimakowe, precyzyjne przekładnie planetarne),
- **systemy automatyzacji podnoszenia** – magazynowanie produktów spożywczych, elektroniki, roślin, jak również innych artykułów przemysłowych (najczęściej motoreduktory planetarne, walcowo-stożkowe, walcowe, walcowe w korpusach płaskich),
- **systemy dozujące** – przemysł żywności, napojów i farmaceutyczny (najczęściej motoreduktory walcowo-stożkowe, walcowe, walcowe w korpusach płaskich, ślimakowe, precyzyjne przekładnie planetarne),
- **mieszalniki** – w tym przypadku występuje konieczność spełnienia wymagań dotyczących wysokiej niezawodności, niskich kosztów utrzymania, kompaktowych wymiarów, odporności na działanie wysokich wartości obciążeń poprzecznych i wzdłużnych (najczęściej motoreduktory planetarne, walcowo-stożkowe, ślimakowe),
- **układy pomp** (najczęściej motoreduktory walcowe, walcowe w korpusach płaskich),
- **przenośniki** (wszystkie typy motoreduktorów):
 - **taśmowe** – używane do transportu materiałów na płaszczyźnie poziomej lub na niewielkich wzniosach, zwykle wyposażone w urządzenia wspomagające zatrzymanie przenośnika w celu niwelowania obciążenia w kierunku cofania (wywołanego tądunkiem),
 - **łańcuchowe** – wały motoreduktorów zwykle są sprzężone bezpośrednio z kołem łańcuchowym (najczęściej stosowanymi typami motoreduktorów są układy o równoległych lub skośnych osiach wałów),
 - **rolkowe** – używane do transportu długich przedmiotów (najczęściej stosowanymi typami motoreduktorów są układy o równoległych osiach wałów),
- **spiralne magazyny buforujące** – motoreduktory planetarne, o cechach dużej niezawodności, wydajności, szybkiej konserwacji, elastyczności oraz wydajności.

NIEZBĘDNE WYMAGANIA DO SPEŁNIENIA NA ETAPIE EKSPLOATACJI I MONTAŻU MOTOREDUKTORÓW

W trakcie procesu instalacji należy spełnić niezbędne wymagania warunków instalacji motoreduktorów, w postaci [5,6]:

- pewnego i prawidłowego zamocowania (sztywna podstawa, kompletny zestaw elementów złącznych, poprawny moment dokręcenia),
- sprawdzenia dopuszczalnej pozycji montażowej (zapewnienie poprawnego smarowania oraz warunków termicznych),

- zastosowaniu sprzęgieł przeciążeniowych, w przypadku pracy z udarami lub występowaniem przekroczenia momentów obciążenia motoreduktora,
- wykonania kół zębatych lub łańcuchowych w odpowiedniej klasie tolerancji (zgodnej z wymogami podanymi w katalogach),
- konieczności sprawdzenia poziomu oleju (w przypadku braku środka smarnego) oraz uzupełnienie oleju.

W przypadku wymiany olejów w motoreduktorach warto pamiętać o kilku istotnych wymaganiach, jakie powinien spełniać olej przekładniowy [7,8]:

- dobre właściwości przeciwzużyciowe,
- dobre właściwości przeciwzatarciowe – zdolność do przeniesienia dużych nacisków jednostkowych i obciążeń udarowych,
- odpowiednie do warunków pracy oleju właściwości reologiczne, uwzględniające ekstremalne warunki pracy (najniższe i najwyższe wartości temperatury roboczej),
- brak skłonności do pienienia,
- dobre właściwości ochronne przed korozją i rdzewieniem,
- dobre właściwości adhezyjne,
- odporność na wmywanie wodą (zwłaszcza w przypadku olejów do przekładni otwartych, lin, łańcuchów, przegubów itp. mających kontakt z atmosferą),
- dobre właściwości antyutleniające,
- kompatybilność z materiałami konstrukcyjnymi przekładni.

Warto nadmienić, że olej spełnia kilka podstawowych funkcji, m.in.:

- zmniejszenie tarcia i zużycia kół oraz łożysk,
- odprowadzenie ciepła powstającego w węzłach ciernych,
- zapobieganie korozji i przeciwdziałanie zatarciu,
- usuwanie produktów zużycia.

Warunki eksploatacyjne, sposób obsługi i warunki transportu powinny zostać określone w Dokumentacji Techniczno-Ruchowej (DTR), która jest w każdym przypadku załączona przez producenta do konkretnego typu przekładni.

PODSUMOWANIE

Dostępność wielu rozwiązań oraz zakresu parametrów użytkowych motoreduktorów pozwala na ich zastosowanie w wielu gałęziach nowoczesnego przemysłu. Wielę z tradycyjnych układów przekładni może zostać zastąpionych motoreduktorami, co w aplikacjach mobilnych powinno także wpłynąć na obniżenie kosztów pracy układów wykonawczych. W każdym z przypadków należy pamiętać o zakresach granicznych temperatur pracy, ograniczeniach dopuszczalnych momentów oraz innych parametrach użytkowych niezbędnych do niezwodnego przebiegu pracy motoreduktorów. ■

LITERATURA

1. Ochęduszek K., *Koła zębate*, t. 1–3, WNT, Warszawa 2012.
2. Dierych M., Korewa W., Zygmunt K., *Podstawy Konstrukcji Maszyn*, t. 1–3, WNT, Warszawa 1998.
3. Smith J.D., *Gear Noise and Vibration*, Marcel Dekker Inc., NY 2003.
4. Taylor J.I., *The Gear Analysis Handbook (1st Edition)*. Vibration Consultants, USA 2000.
5. <http://www.sew.pl/>
6. <http://www.lenze.com/>
7. <http://motoreduktory.eu/>
8. <http://www.bonfiglioli.com/>