



POLITECHNIKA POZNAŃSKA

Wydział Budowy Maszyn i Zarządzania
Instytut Technologii Mechanicznej

Maszyny i urządzenia technologiczne

laboratorium

**Pomiar i nastawianie luzu
w osiach posuwowych obrotowych**

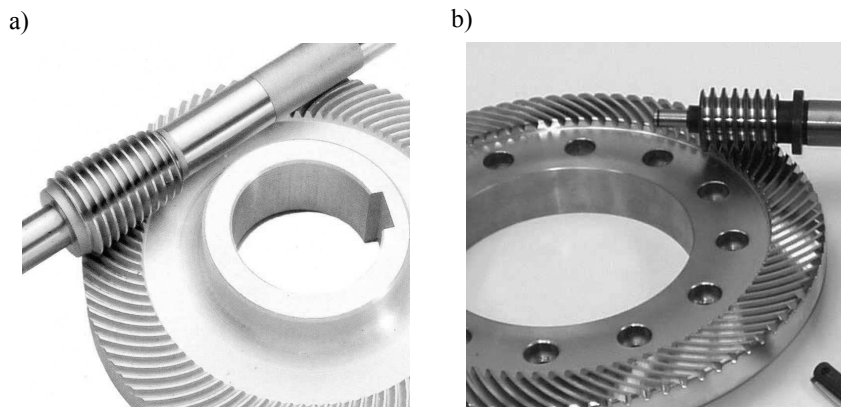
Cykl II
Ćwiczenie 1

1. CEL ĆWICZENIA

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się ze sposobem nastawiania luzu w wybranych przekładniach redukujących.

2. METODY KASOWANIA LUZU W WYBRANYCH PRZEKŁADNIACH

Znane i wykorzystywane w precyzyjnych napędach obrotowych maszyn technologicznych są dwuskokowe przekładnie ślimakowe, stożkowe przekładnie spiroidalne (rys. 1a) a także płaskie przekładnie spiroidalne (rys. 1b). Te ostatnie w Polsce wdrożone zostały do produkcji w JAFOSA we współpracy z Instytutem Technologii Mechanicznej Politechniki Poznańskiej.

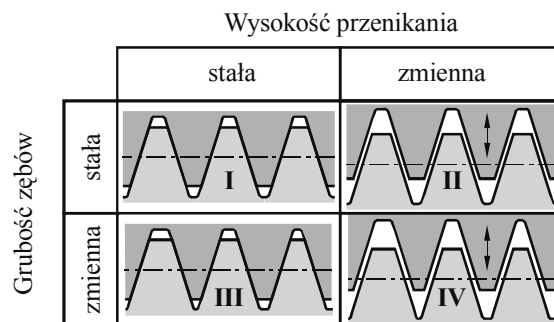


Rys. 1. Widok stożkowej a) i płaskiej b) przekładni spiroidalnej

Zmianę wielkości luzu w przekładni zębatej w ogólnym ujęciu można osiągnąć poprzez:

- zmianę grubości zębów,
- zmianę odległości między współpracującymi kołami (zębami) – przesuw jednego z nich mający na celu zwiększenie lub zmniejszenie lu.

Na podstawie dwóch niezależnych parametrów utworzono możliwe warianty (rys. 2). Opisują one w ogólnym ujęciu metody nastawiania luzu w przekładniach zębatych.

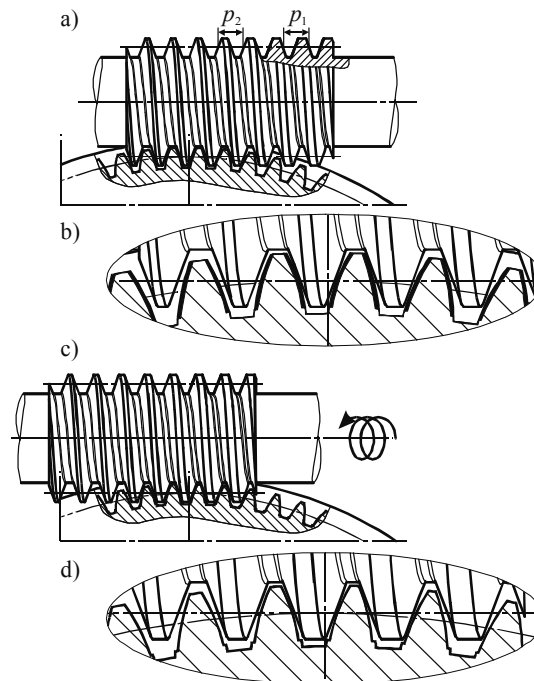


Rys. 2. Nastawianie luzu w przekładniach zębatych

Przy stałej grubości zębów oraz stałej odległości osi współpracujących kół zębatych (przypadek I z rys. 2) wartość luzu obwodowego jest spowodowana błędami wykonania kół oraz montażu. Uzyskanie określonej wartości luzu wymaga dużej dokładności wykonania współpracujących elementów, przy czym nie jest możliwe kompensowanie luzu pojawiającego się w miarę zużywania ściernego współpracujących uzębień. Przy stałej grubości zębów, zmienną wysokość przenikania (przypadek II z rys. 2) w większości przekładni uzyskuje się przez

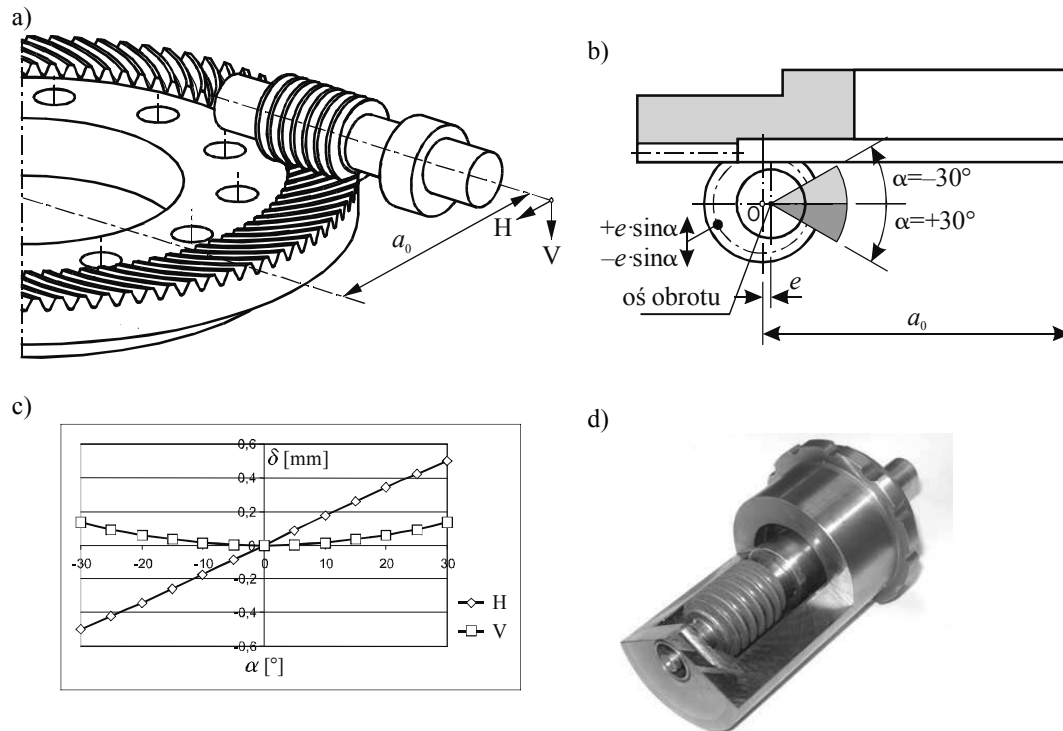
regulacje odległości osi. W przekładniach ślimakowych ze ślimakiem jednoskokowym nastawianie luzu międzyzębnego można regulować między innymi poprzez osadzenie ślimaka w kołysce mimośrodowej, której obrót zmienia odległość osi przekładni, co powoduje zmianę luzu międzyzębnego. Zmienna grubość zwoju ślimaka dwuskokowego i stała wysokość przenikania (przypadek III z rys. 2) to cecha przekładni ślimakowej ze ślimakiem dwuskokowym. Jednoczesna zmiana grubości zębów oraz wysokości przenikania (przypadek IV z rys. 2) jest teoretycznie możliwa, jednak rozwiązanie to nie znalazło praktycznego zastosowania.

Nastawianie luzu w przekładni ślimakowej ze ślimakiem dwuskokowym odbywa się poprzez przesuw osiowy ślimaka. Uproszczony model zużywania się ślimacznicy i kasowania luzu przedstawiono na rys. 3. Zużycie wynikające z tarcia współpracujących ze sobą powierzchni powoduje, że po określonym okresie eksploatacji ślimacznica wyciera się na wysokości zazębienia, czego efektem jest pojawienie się luzu. Luz przekraczający wartość dopuszczalną dla danej przekładni kasowany jest poprzez osiowy przesuw ślimaka. Ponieważ zakres kasowania luzu ograniczony jest dopuszczalną różnicą skoków ślimaka, zatem jego przekroczenie powoduje konieczności wymiany przekładni.



Rys. 3. Uproszczony model zużywania się ślimacznicy i kasowania luzu w przekładni dwuskokowej;
 a, b) przekładnia nowa, c, d) przekładnia po skasowaniu luzu wynikłej zużyciem;
 p_1 , p_2 – skoki ślimaka dla przeciwnych stron zęba

W przekładni spiroidalnej (rys. 4a) nastawianie luzu może odbywać się poprzez osiowy przesuw ślimacznicy, lub też promieniowy ruch ślimaka. Stosowanym w praktyce przemysłowej rozwiązaniem jest łożyskowanie ślimaka w tulei mimośrodowej (rys. 4b). Wadą rozwiązania z tuleją mimośrodową jest zmienianie się odległości osi przekładni a podczas nastawiania luzu, co pociąga za sobą zmianę śladów przylegania uzębienia oraz wpływa negatywnie na dokładność pozycjonowania.



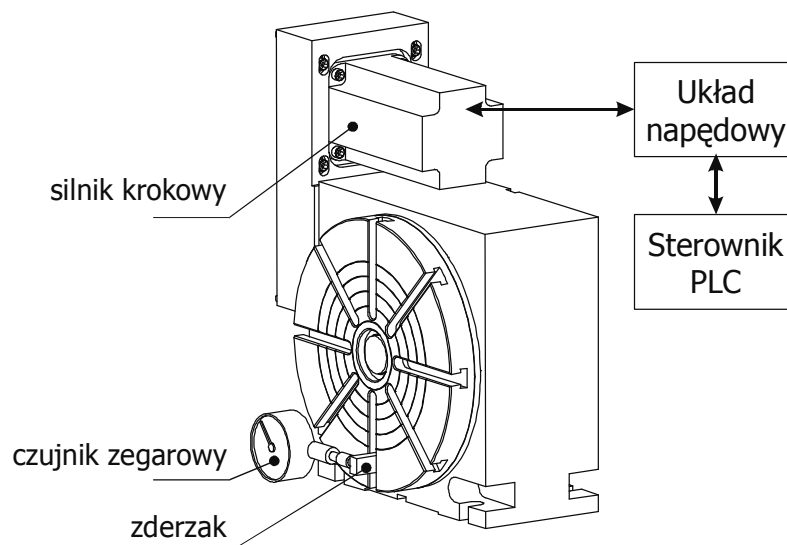
Rys. 4. Mimośrodowy sposób kasowania luzu: a) widok przekładni, b) schemat, c) wykresy przemieszczeń poziomych i pionowych, d) mimośrodowa tuleja, w której łożyskowany jest ślimak

Nastawianie luzu w stożkowej przekładni spiroidalnej odbywa się podobnie jak w dwuskokowej przekładni ślimakowej, poprzez osiowy przesuw ślimaka przy.

3. STANOWISKO BADAWCZE

Schemat stanowiska badawczego przedstawiono na rys. 5. W skład stanowiska wchodzi:

- stół obrotowy FNd 320s z silnikiem krokowym o 1000 kroków na obrót,
- sterownik PLC sterujący silnikiem krokowym,
- układ napędowy silnika krokowego,
- czujnik przemieszczeń liniowych.



Rys. 5. Schemat stanowiska badawczego

Czujnik przemieszczeń liniowych zamocowano prostopadle do promienia tarczy stołu w odległości 150 mm od osi stołu. Przesunięcie liniowe jest mierzone w kierunku prostopadłym do promienia tarczy stołu i w płaszczyźnie równoległej do powierzchni tarczy stołu.

Badania wartości luzu zwrotnej przekładni mierzy się w 4 położeniach kątowych tarczy, co umożliwia uniknięcie błędów przypadkowych.

Sterowanie obrotem tarczy stołu obrotowego NC.

Po włączeniu napędu i sterownika silnika krokowego należy wcisnąć przycisk F12, a następnie wejść do programu *Tablica kompensacji*. Klawisze F1 i F2 służą do ręcznego obrotu tarczy stołu w kierunku zgodnym i przeciwnym do ruchu wskazówek zegara. Obrót o zadaną wartość kąta dokonuje się po naciśnięciu zielonego przycisku START na szafie sterującej. Wartość kąta obrotu programuje się wybierając ten parametr na ekranie klawiszami „góra”, „dół”, wciśnięciu klawisza ENTER, wprowadzeniu nowej wartości i potwierdzeniu klawiszem ENTER.

4. PRZEBIEG ĆWICZENIA

Wielkość luzu w przekładni badana jest w n wybranych punktach za pomocą czujnika przemieszczeń liniowych. Przyjęte jest założenie upraszczające, że dla małych wartości kąta, jego wartość jest zbliżona do wartości funkcji tangens.

Po ustawieniu czujnika w pierwszej pozycji pomiarowej należy przeprowadzić procedurę pomiarową:

1. wykonać obrót tarczy stołu o podany przez prowadzącego kąt α ,
2. zapisać wskazania czujnika pomiarowego (s_1),
3. dokonać obrotu tarczy stołu o kąt α ,
4. wykonać obrót tarczy stołu o kąt $-\alpha$ (wartość ujemna kąta – tarcza stołu wykonuje obrót w przeciwnym kierunku),
5. zapisać wskazania czujnika pomiarowego (s_2).

Wartość bezwzględna różnicy wskazań czujnika $|s_1 - s_2|$ jest miarą luzu w przekładni. Aby przeliczyć ją na wartość kątową w stopniach, należy skorzystać ze wzoru:

$$l_{\alpha} = \frac{|s1 - s2|}{R} \cdot \frac{180}{\pi} \quad (1)$$

gdzie: l_{α} – wartość luzu w stopniach,
 $s1, s2$ – wskazania czujnika,
 R – promień, na którym mierzone jest przesunięcie liniowe czujnika (promień zamocowania zderzaka).

Pomiar dla każdego zderzaka należy wykonać co najmniej 5 razy i obliczyć średnią wartość luzu. Należy wykonać wykres luzu w funkcji położenia kąowego tarczy stołu.

Po określeniu maksymalnej i minimalnej wielkości luzu w przekładni należy obliczyć, jaki powinien być:

- w przypadku płaskiej przekładni spiroidalnej – obrót tulei mimośrodowej,
- w przypadku płaskiej dwuskokowej przekładni spiroidalnej lub przekładni ślimakowej – przesuw osiowy ślimaka, aby wykasować luz.

Dla przekładni współpracującej ze ślimakiem dwuskokowym przesunięcie osiowe ślimaka dla skasowania luzu wyznacza się z równania:

$$\Delta_{sl} = \frac{p_0^2 \cdot i \cdot l_{\alpha}}{360^{\circ} \cdot \Delta p} \text{ [mm]} \quad (2)$$

gdzie: p_0 – średni skok ślimaka – 5,744 mm,
 i – przełożenie przekładni – 1/90,
 Δp – różnica skoków ślimaka. – 0,01 mm
 l_{α} – luz kątowy w przekładni [°],

5. SPRAWOZDANIE

Sprawozdanie powinno zawierać:

- temat oraz datę wykonania ćwiczenia, oznaczenie grupy;
- nazwisko osoby wykonującej ćwiczenie;
- cel ćwiczenia;
- schemat stanowiska badawczego (poglądowy widok - szkic);
- opis wykonywanych czynności;
- wyniki pomiarów;
- niezbędne obliczenia
- wnioski.

Uwaga: Sprawozdanie nie może przekraczać jednej kartki.

Przykładowe pytania kontrolne:

- Wymienić sposoby nastawiania luzów w przekładniach?
- Opisać uproszczony sposób badania luzu w stole NC?
- Jaki jest wzór na obliczenie przesunięcie ślimaka w przekładni dwuskokowej w celu skasowania luzu.