

Henryk Gienza

OPIS STANOWISKA DO BADAŃ PRZEKŁADNI ZĘBATYCH  
W UKŁADZIE MOCY ZAMKNIĘTEJ

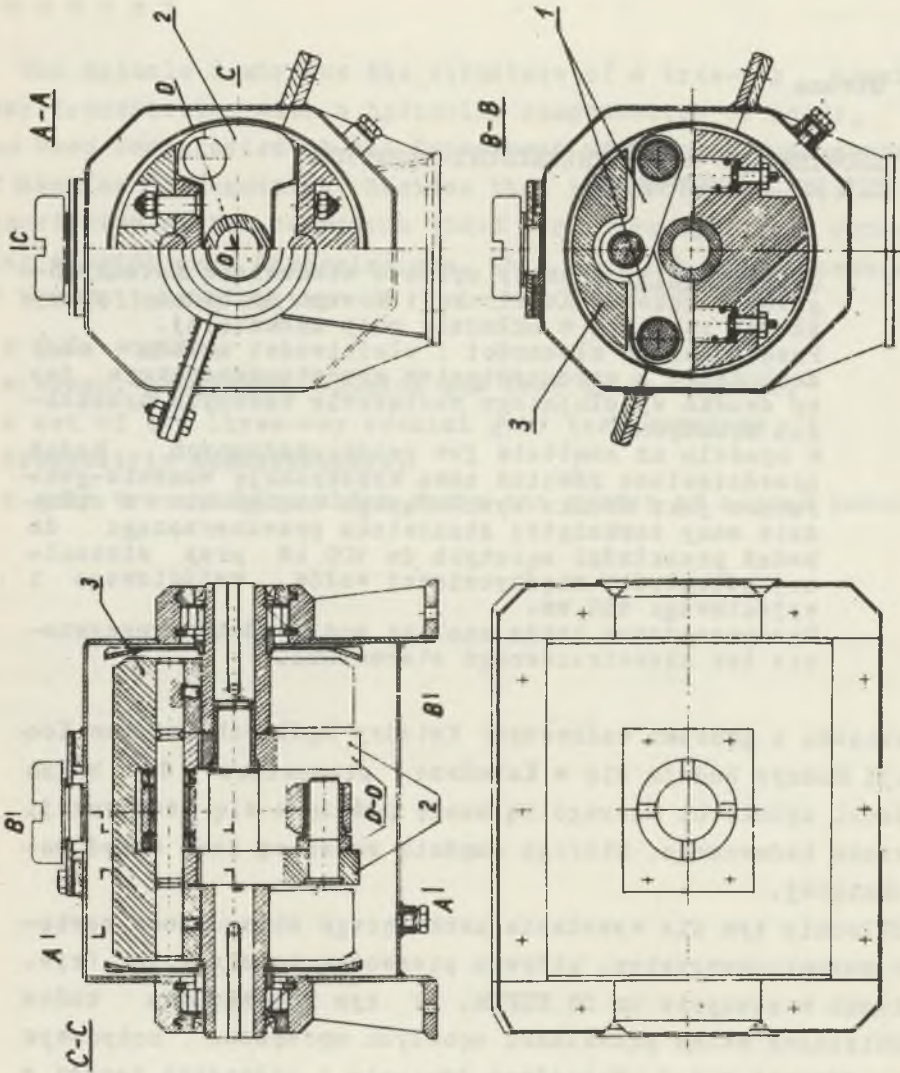
Streszczenie. W pracy opisano stanowisko Katedry Ogólnych Podstaw Konstrukcji Maszyn do badań przekładni zębatych w układzie mocy zamkniętej. Przedstawiono własności i właściwości układu mocy zamkniętej z wykorzystaniem momento-generatora jako środka wywołującego obciążenie badanych przekładni zębatych.

W oparciu na analizie już przeprowadzonych badań przedstawiono również nową konstrukcję momento-generatora jako środka wywołującego obciążenie w układzie mocy zamkniętej stanowiska przeznaczonego do badań przekładni zębatych do 100 kW przy minimalnej odległości międzyosiowej wałów, wejściowego i wyjściowego 150 mm.

Przeprowadzono także analizę możliwości wykorzystania tak skonstruowanego stanowiska.

W związku z pracami badawczymi Katedry Ogólnych Podstaw Konstrukcji Maszyn buduje się w Katedrze stanowiska do badań przekładni zębatych. Szczególną uwagę poświęca się konstrukcji stanowiska badawczego, którego częścią składową jest układ mocy zamkniętej.

W układzie tym dla wywołania zamkniętego obiegu mocy zastosowano momento-generator, którego pierwotną konstrukcję (rys. 1) opisano w zeszycie nr 20 KOPKM. W tym rozwiązaniu końce szybkobieżnych wałów przekładni zębatych sprzężono nożycowym układem dźwigni 1 i 2. Wahadłowe dźwignie 1 połączono parami z bezwładnikami 3 oraz znajdującymi się na końcach każdego wału dźwigni dwuramiennymi 2. Zmianę zakresu momentów wywołanych momentogeneratorem uzyskuje się przez wymianę obciążników 3. Wielkość ich przy określonej masie  $m$  jest funkcją prędkości kątowej wałów i położenia układu dźwigniowego, które z kolei uzależnione jest od względnych przemieszczeń kątowych końców wałów.



Rys. 1. Rysunek konstrukcyjny momento-generatora

Oprócz tego na wielkość wspomnianego momentu wpływają opory tarcia układu dźwigniowego, określające ostatecznie wartość aktualnego momentu dla danych parametrów układu. Momentogenerator może również spełniać rolę sztywnego sprzęgła tarozowego. Jest to możliwe do uzyskania na drodze zblokowania bezwładników momentogeneratora sworzniami gwintowanymi.

Elementarne i uproszczone wyrażenie na wielkość momentu prawdopodobnego  $M_m$  przekazywanego na wał przekładni przedstawia się następująco:

$$M_m = M_o - M_t$$

gdzie:

$M_o$  - moment nominalny

$M_t$  - moment tarcia

$$M_o = \frac{(a \sin \alpha + \sqrt{b^2 - a^2 \cos^2 \alpha})^2 a \cdot \cos \alpha \cdot m \cdot \omega^2}{\sqrt{b^2 - a^2 \cos^2 \alpha}}$$

$$M_t = \frac{(a \sin \alpha + \sqrt{b^2 - a^2 \cos^2 \alpha}) \cdot b \cdot d \cdot m \cdot \omega^2 \cdot \mu}{\sqrt{b^2 - a^2 \cos^2 \alpha}}$$

przy ozn:

$m$  - masa bezwładników

$d$  - średnica tarcia w przegubie

$\omega$  - prędkość kątowa

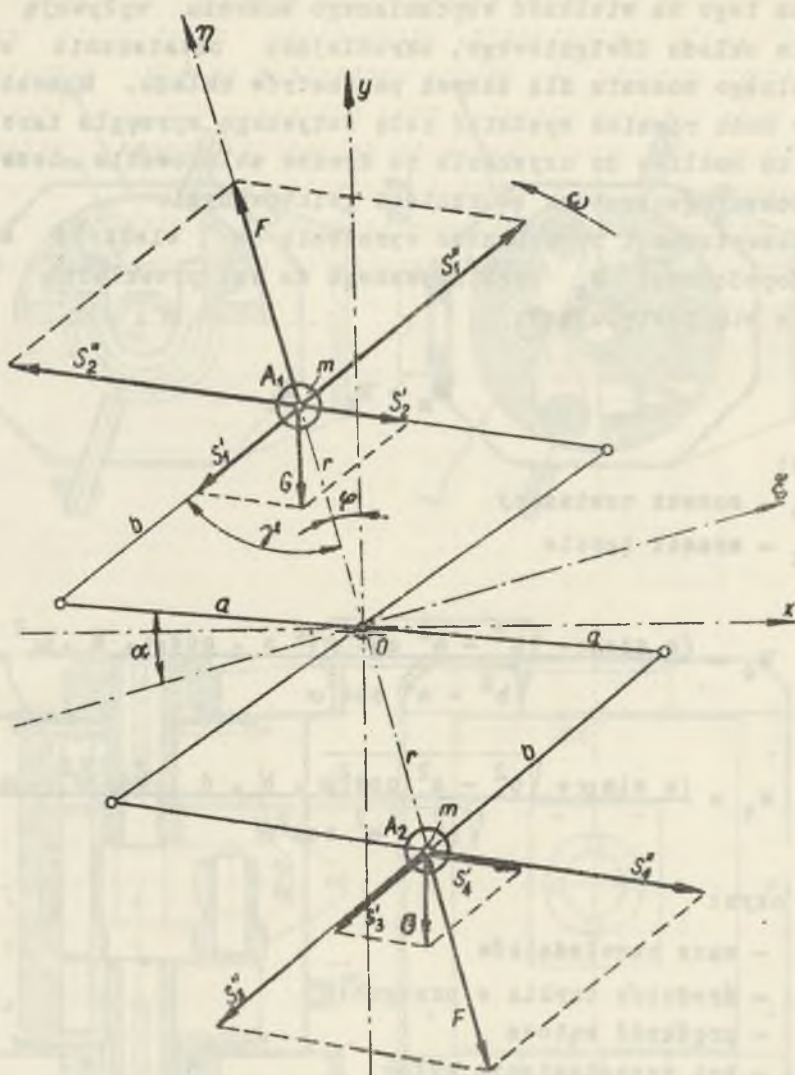
$\alpha$  - kąt przestawienia wałów

$\mu$  - liczba tarcia

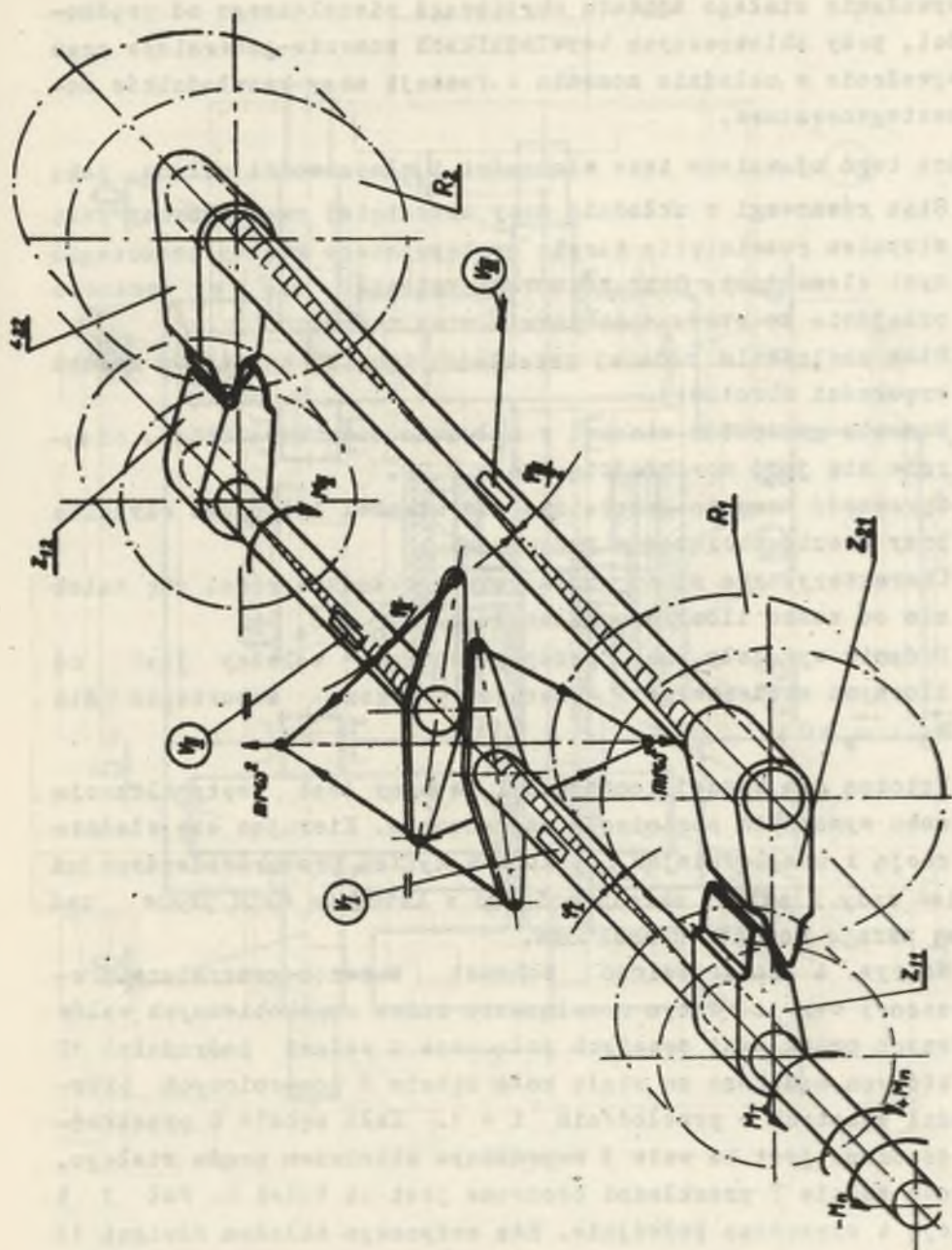
inne oznaczenia wg (rys. 2).

W wyniku przeprowadzonych w KOPKM badań na stanowisku do badań przekładni zębatach w układzie mocy zamkniętej - którego schemat aksonometryczny przedstawia (rys. 3) stwierdzono, że dzięki takiej konstrukcji układu uzyskano możliwość:

- wywołania w układzie momentu obrotowego w funkcji prędkości kątowej,



Rys. 2. Schemat kinetostatyczny momento-generatora



Rys. 3. Układ mozy zamkniętej w aksonometrii

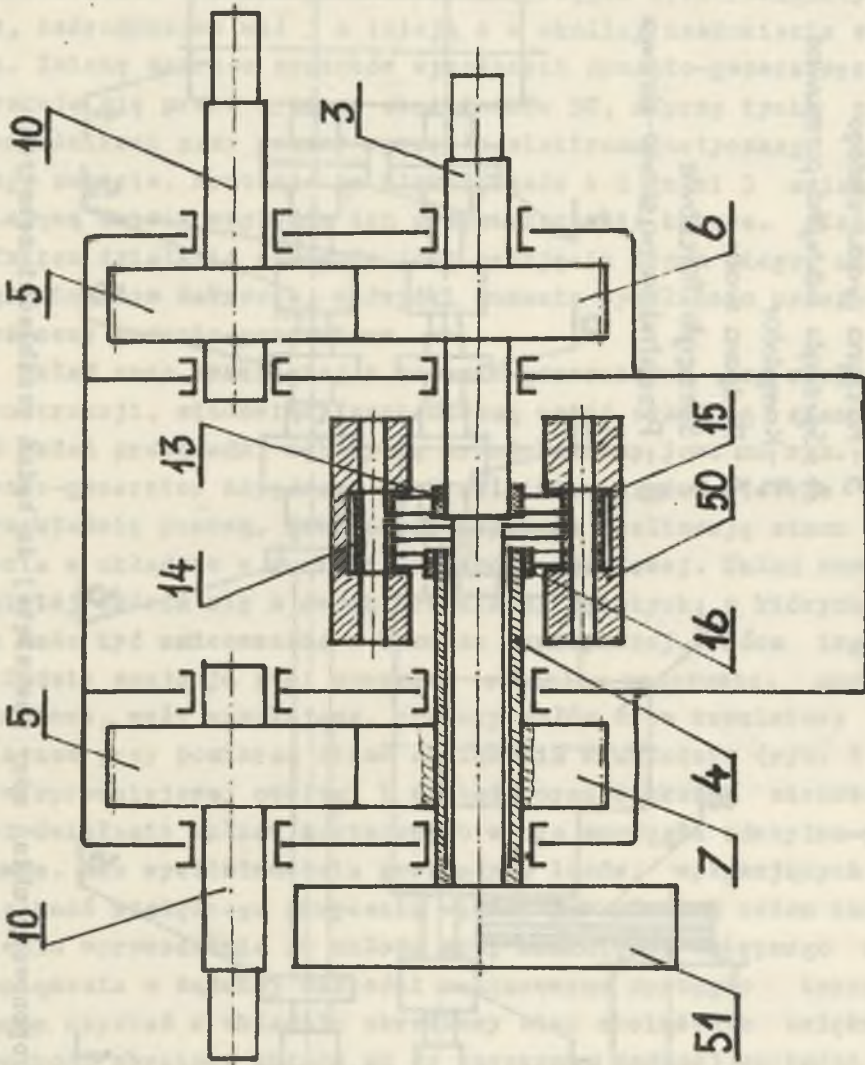
- wywołanie stałego momentu obrotowego niezależnego od prędkości, przy zablokowanych bezwładnikach momento-generatora oraz
- wywołania w układzie momentu w funkcji masy bezwładników momentogeneratora.

Prócz tego ujawniono inne własności i właściwości układu, jak:

1. Stan równowagi w układzie mocy zamkniętej uwarunkowany jest stopniem rozwinięcia tarcia występującego między poszczególnymi elementami. Stan równowagi zmienia się w momencie przejścia ze stanu spoczynku w stan ruchu. Stan obciążenia badanej przekładni zębatej zależy od zwrotu prędkości obrotowej.
2. Momento-generator stanowi w układzie dodatkowe opory, co wyraża się jego sprawnością około 0,99. Sprawność momento-generatora nie stanowi istotnego czynnika przy ocenie obciążenia przekładni.
3. Charakterystyka stanu obciążenia w układzie różni się zależnie od znaku iloczynu skalarowego  $\vec{M}_0 \cdot \vec{\omega}_s$
4. Badania wykazały, że "przepływ energii" zależny jest od iloczynu skalarowego i wykazuje większe zaburzenia dla  $\vec{M}_0 \cdot \vec{\omega}_s > 0$

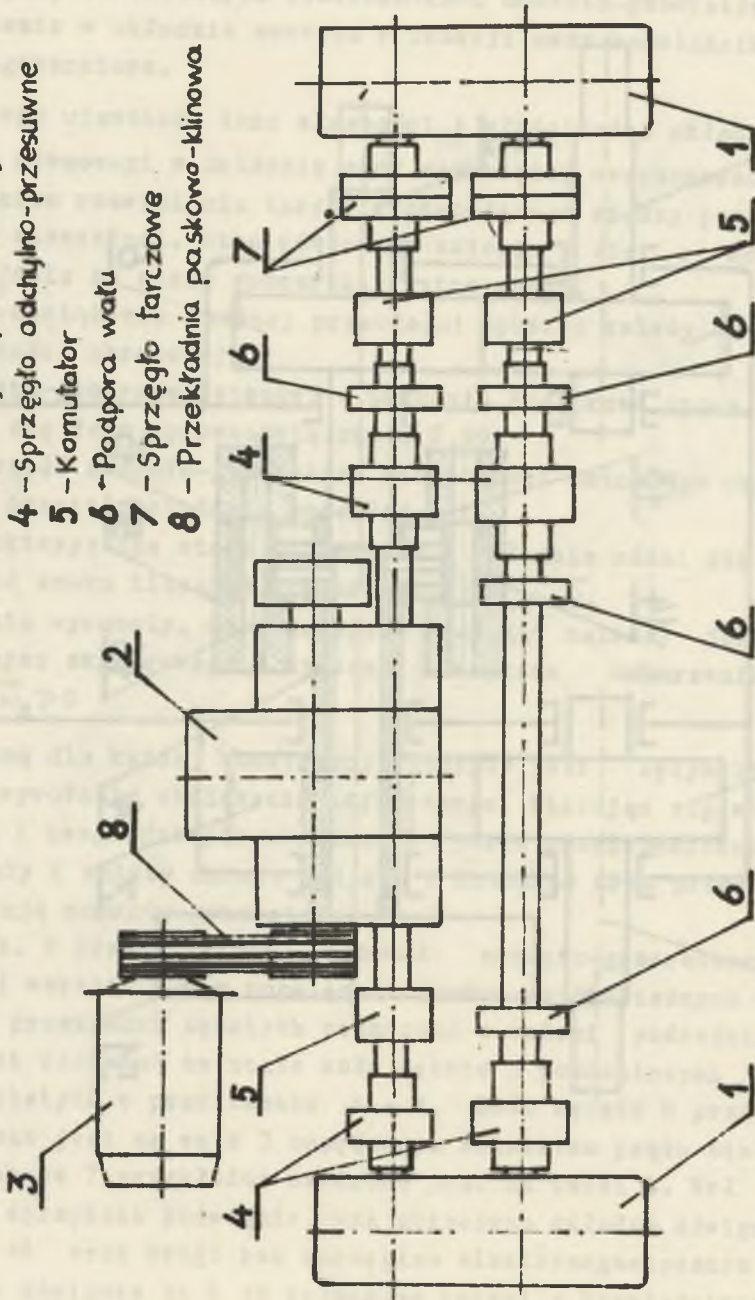
Istotną dla każdej konstrukcji maszyny jest optymalizacja sposobu wywołania obciążenia użytecznego. Kierując się właśnie tą racją i uwzględniając uzyskane w wyniku przeprowadzonych już badań wady i zalety układu podjęto w Katedrze OPKM prace nad nową wersją momento-generatora.

Na rys. 4 przedstawiono schemat momento-generatora w ulepszonej wersji. W tym rozwiązaniu końce szybkobieżnych wałów badanych przekładni zębatych połączono z wałami pośrednimi 10 na których osadzono na stałe koła zębate 5 pomocniczych przekładni zębatych o przełożeniu  $i = 1$ . Koło zębate 6 przekładni osadzone jest na wale 3 napędzanym silnikiem prądu stałego, a koło zębate 7 przekładni osadzone jest na tulei 4. Wał 3 i tuleję 4 sprzężono podwójnie. Raz nożycowym układem dźwigni 13 14, 15 i 16 oraz drugi raz sprzęgłem elektromagnetycznym 51. Wahadłowe dźwignie 14 i 15 połączono parami z bezwładnikami 50 oraz znajdującymi się na końcach wału 3 i tulei 4, dźwigniami



Rys. 4. Rysunek schematyczny nowego momento-generatora

- 1 - Przekładnia badana
- 2 - Momento-generator
- 3 - Maszyna prądu stałego
- 4 - Sprzęgło odchylno-przesuwne
- 5 - Komutator
- 6 - Podpora wału
- 7 - Sprzęgło tarczowe
- 8 - Przekładnia paskowo-klinowa



Rys. 5. Proponowany układ mocy samkniętej do badań przekładni zębatych



dwuramiennymi 13 i 16. Wały i tuleję usadowiono w łożyskach tocznych, a ponadto, celem zwiększenia sztywności układu oraz umożliwienia normalnego działania sprzęgła elektromagnetycznego, ześrodkowano wał 3 z tuleją 4 w okolicy usadowienia sprzęgła. Zmianę zakresu momentów wywołanych momento-generatorem uzyskuje się przez wymianę obciążników 50, a przy tych sanyh obciążnikach przy pomocy sprzęgła elektromagnetycznego przez jego zwarcie. Powoduje to blokadę wału 4 i tulei 3 uniemożliwiającą dalsze względne ich przemieszczenie kątowe. Końcowym efektem działania sprzęgła jest przejście przez niego, choć w ograniczonym zakresie, nadwyżki momentu wywołanego przez układ nożycowy momento-generatora.

Układ mocy zamkniętej z momento-generatorem wg ulepszonej konstrukcji, stanowiący mechaniczną część składową stanowiska do badań przekładni zębatych, przedstawiony jest na rys. 5. Momento-generator napędzany jest silnikiem prądu stałego przez przekładnię pasową. Taki napęd zapewnia realizację stanu obciążenia w układzie w funkcji prędkości obrotowej. Układ mocy zamkniętej składa się z dwóch przekładni zębatych, z których jedna może być umieszczona w komorze akustycznej. Prócz tego w układzie znajdują się: sprzęgła odohylno-przesuwne, sprzęgła tarczowe, wały zamykające, podpory wałów oraz komutatory konieczne przy pomiarze stanu obciążenia w układzie (rys. 5). Celem sprawniejszej obsługi i montażu oraz większej niezawodności działania układu zastosowano w nim sprzęgła odohylno-przesuwne. Dla wyeliminowania powstałych luzów, wpływających na wielkość względnego skręcenia wałów, jak również celem umożliwienia wprowadzenia do układu mocy zamkniętej wstępnego stanu obciążenia o żądanej wartości zastosowano sprzęgło tarczowe. Chcąc uzyskać w układzie określony stan obciążenia zwiększamy prędkość obrotową układu aż do uzyskania żądanej wartości momentu obrotowego i blokujemy momento-generator sprzęgłem elektromagnetycznym.

Możemy wówczas badać przekładnie zębate w pewnym zakresie prędkości obrotowych, przy stałej wartości momentu skręcającego w układzie mocy zamkniętej.

Układ mocy zamkniętej przedstawiony na rys. 5 przeznaczony jest do badań przekładni zębatach średniej mocy do 100 kW, przy minimalnej odległości międzyosiowej wałów, wejściowego i wyjściowego 150 mm. Pełniejszą ocenę skuteczności i przydatności do badań układu mocy zamkniętej przedstawionego na rys. 5 będzie można dokonać po zrealizowaniu stanowiska badawczego i przeprowadzeniu na nim eksperymentalnych badań przekładni zębatach.

#### LITERATURA

- [1] Artobolewski I.I. - Teoria mechanizmów i maszyn. Moskwa 1951.
- [2] Kudrjawcew W.N. - Zamkniętyje ustanowki dla ispytania zubczatych pieriedacz. Wiestnik Maszynostrojenia Nr 10/1954.
- [3] Chomczyk Wł. - Badania możliwości wykorzystania mechanicznego momento-generatora w badaniach przekładni zębatach w układzie mocy zamkniętej. Zeszyt nr 20 Katedry OPKM Pol.Śl. Gliwice 1965.
- [4] Dietrych J., Kocańda St., Korewa W. - Podstawy Konstrukcji Maszyn WNT - Warszawa 1964.
- [5] Ochęduszek K. - Koła zębate - sprawdzanie PWT Warszawa 1957.

#### СПИСАНИЕ СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ЗАМКНУТОЙ МОЩНОСТИ

#### Резюме

В статье описали стенд Кафедры обших основ конструкции машин для исследования зубчатых передач в системе замкнутой мощности. Показали свойства и особенности системы замкнутой мощности с использованием моменто-генератора, средства вызывающего нагрузку исследуемых зубчатых передач.

На основе анализа уже проведённых исследований представили также новую конструкцию моментс-генератора в качестве средства вызывающего нагрузку в системе замкнутой мощности стенда, предназначенного для исследований зубчатых передач до 100 kW при минимальном расстоянии междуосевых валов, входного и выходного 150 мм.

Провели тоже анализ возможностей использования так сконструированного стенда.

#### DESCRIPTION OF THE RESEARCH STAND FOR INVESTIGATIONS DEALING WITH GEAR TRANSMISSIONS IN A SYSTEM OF CLOSED POWER

##### S u m m a r y

The paper describes the research stand existing at the Department of General Fundamentals of Machine Construction, in which investigation are carried on concerning gear transmissions in a closed power system.

There are represented the properties and characteristic features of a closed power system, making use of a moment-generator to bring about the load of the examined gear transmissions. Basing on the analysis of previous investigations, there has been also presented a new design of a moment-generator as a means of bringing about the load in the closed power system of a research stand set up for the purpose of investigating gear transmissions of up to 100 kW at a minimal distance between the shaft axles, i.e. the initial and the exit axles, amounting to 150 mm.

Moreover, the possibility of utilizing such a research stand has been analysed.