

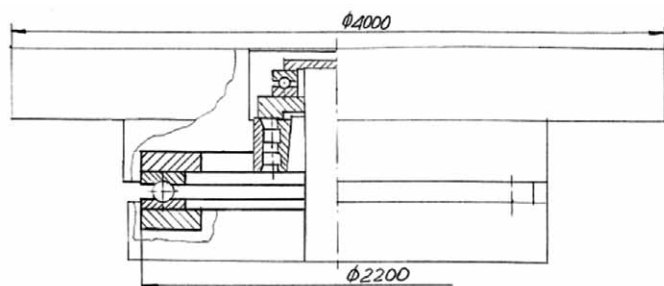
Hydrauliczne łożysko wielkogabarytowego stołu obrotowego

Tadeusz Sawicki

Obecnie w przemyśle maszynowym spotykane są wielkogabarytowe stoły obrotowe. Takim typowym przykładem są tokarki karuzelowe w całym zakresie ich typów i wielkości. Oprócz tego stoły te stanowią, wyposażenie obrabiarek, np. wiertarko-frezarek.

Kształt tych stołów najczęściej bywa okrągły, jak w tokarkach karuzelowych, a te, które występują na wyposażeniu, często są kwadratowe lub prostokątne. Wymiary gabarytowe stołów okrągłych sięgają rzędu od kilku do kilkunastu metrów, a boki stołów nieokrągłych to najczęściej kilka metrów. Nośności tych stołów, czyli masy przedmiotów na nich montowanych, osiągają wartości rzędu kilkudziesięciu ton. Możliwość obrotu stołu względem centralnej osi zapewniają różnego rodzaju napędy. Natomiast obciążenie łączne, tj. zamocowanego przedmiotu i masy własnej, przenosi łożysko oporowe, które w każdym stole występuje. Jako łożyska oporowe występują często kulkowe, jak również i baryłkowe. Wymiary gabarytowe tych łożysk zależą od średnicy stołu i osiągają wielkości rzędu kilku metrów. Koszt wykonania łożyska takiej wielkości lub też jego regeneracji osiąga wartość kilkuset tysięcy złotych, przy jednoczesnych długich terminach realizacji.

Na rys. 1 przedstawiono przykładowe ułożyskowanie stołu obrotowego tokarki karuzelowej, gdzie średnica zewnętrzna stołu wynosi 4,0 m, a średnica zewnętrzna oporowego łożyska kulkowego ma 2,2 m.



Rys. 1. Stół obrotowy tokarki karuzelowej

Obciążenie łączne dla tego przykładu, tj. dopuszczalne wynikające z nośności i masa własna, która razem przenosi się na łożysko oporowe, wynosi ok. 40 ton.

Stół osadzony jest centralnie na czopie na łożysku z tuleją stożkową wciąganą i oparty na łożysku oporowym, kulkowym. Jest to typowe rozwiązanie, często spotykane w praktyce, które jednak obciążone jest znaczną wadą. łożyska oporowe kulkowe lub baryłkowe nie są odporne na duże obciążenia stojące na nich bez ruchu obrotowego, co jest ich ujemną stroną. Wiąże się to z tym, że między elementami tocznymi a bieżniami występuje styk punktowy, który pod znacznym obciążeniem i w

🇬🇧 HYDRAULIC BEARING FOR LARGE ROTARY TABLE

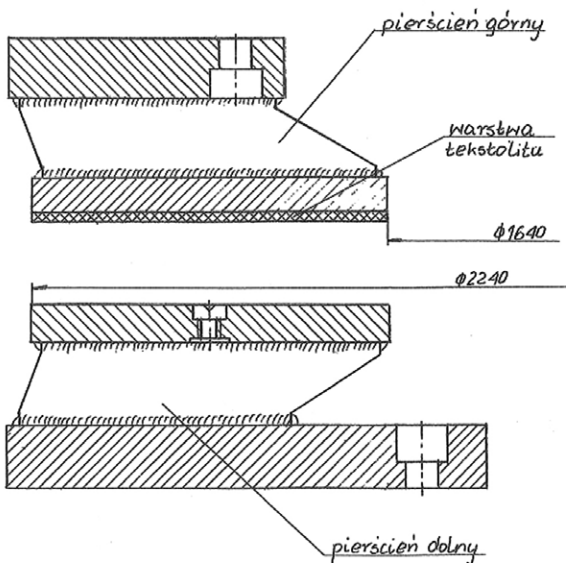
Abstract: The engineering industry uses different rotary tables in practice. They are used as parts of vertical lathes, or as equipment for other machine tools. The diameters of these tables can reach the size of up to several dozen meters and the load capacity of up to several dozen tonnes. The main element transferring the table load during operation is a large size thrust bearing. Ball or spherical roller bearings are most often used in the construction of rotary tables. When transferring large loads between rolling elements and raceways, there are high point surface pressures. This creates local deformations which have a negative effect on the accuracy of the workpieces. A hydraulic thrust bearing made of two steel bearing rings does not have such a disadvantage. The stationary lower ring is attached to the lathe body and the steel upper ring is lined with plastic to the rotary table. The principle of operation of the hydraulic bearing is that between these two rings oil is fed under pressure during operation. This creates a very thin layer of oil between the rings, which transfers the load and lubricates at the same time. The oil is fed continuously during machine operation and circulates in a closed circuit. This solution is cheap, simple in construction and has a long service life.

bezruchu powoduje trwałe odkształcenia miejscowe, ukazujące się podczas eksploatacji. Obciążenia stojące biorą się stąd, że podczas zakładania dużych i ciężkich detali lub ich przemocowywania czasy postoju tych stołów są znaczne, czasami dochodzące do kilku godzin. Powstałe odkształcenia punktowe, po jakimś czasie pracy stołu, powodują powstawanie drgań podczas ruchu obrotowego, co wiąże się z pogorszeniem dokładności obrabianych detali.

Rozwiązaniem, które eliminuje ww. problemy, jest hydrauliczne łożysko oporowe.

Główne elementy składowe takiego łożyska obrazuje rys. 2.

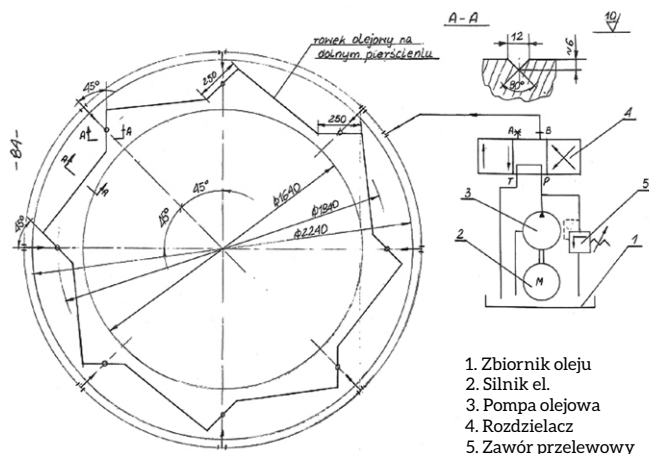
Hydrauliczne łożysko stołu obrotowego składa się z dwóch pierścieni. Dolny stalowy przymocowany jest do stałego korpusu obrabiarki, a górny – również stalowy, wyłożony tworzywem sztucznym typu tekstolit – przykręcony jest do korpusu stołu. Oba pierścienie są dobrze uźebrowane i dokładnie obrobione, szczególnie powierzchnie, które bezpośrednio ze sobą współpracują. Powierzchnie te to: dolna stalowa, szlifowana i górna z tworzywa sztucznego, która po zamontowaniu wymaga legalizacji w celu uzyskania odpowiedniej płaskości. Obie te powierzchnie posiadają jednakowe wymiary, a mianowicie średnicę zewnętrzną $\varnothing_z = 2240$ mm i wewnętrzną



Rys. 2. Pierścienie łożyska hydraulicznego

$\varnothing_w = 1640$ mm. Wymiary tych pierścieni wynikły z powstałego miejsca jakie wystąpiło w budowie tokarki karuzelowej po wymontowaniu fabrycznego kulkowego łożyska oporowego. Podczas postoju, przy wyłączonej obrabiarce, obie powierzchnie pierścieni stykają się bezpośrednio ze sobą i nawet gdyby stół był obciążony maksymalnie, to występujące naciski powierzchniowe są bardzo małe ze względu na dużą powierzchnię kontaktową. Podczas pracy tokarki poprzez dolny pierścień stały, na powierzchnie styku obu tych pierścieni podawany jest olej hydrauliczny pod ciśnieniem, który powoduje powstanie tzw. filmu olejowego. Wynikiem tego górny pierścień wraz ze stołem obrotowym minimalnie, o grubość filmu olejowego, podnoszony jest do góry, co powoduje bardzo dobre smarowanie i jednoczesne przenoszenie obciążenia. Podobnie film olejowy wytwarza się, podając olej wtedy, kiedy stół nie obraca się. W każdym przypadku podczas powstawania filmu olejowego naciski powierzchniowe występujące na obu pierścieniach są podobne i znikomo małe.

Na rysunku 3 przedstawiono schemat układu zasilania łożyska hydraulicznego.



Rys. 3. Schemat układu zasilania łożyska hydraulicznego

Olej pompowany ze zbiornika i przez pierścień dolny podawany jest do miejsca styku powierzchni nośnych obu pierścieni. W celu szybkiego doprowadzenia oleju do tego miejsca wykonanych jest osiem otworów wlotowych połączonych zygzakowym rowkiem o kształcie trójkątnym. Dzięki temu olej rozchodzi się po całej powierzchni styku i wytwarza wymagany film olejowy. Podczas pracy tokarki olej musi być podawany ciągle, gdyż tylko tak osiąga się wymagany efekt. Olej, który wydostał się z miejsca styku obu pierścieni, spływa do zbiornika, tworząc w ten sposób obieg zamknięty. Olej do łożyska podawany jest pod ciśnieniem, którego wielkość można wyliczyć z nacisków powierzchniowych wynikających z maksymalnego obciążenia stołu tokarki.

Dla tego ww. przypadku wynosi:

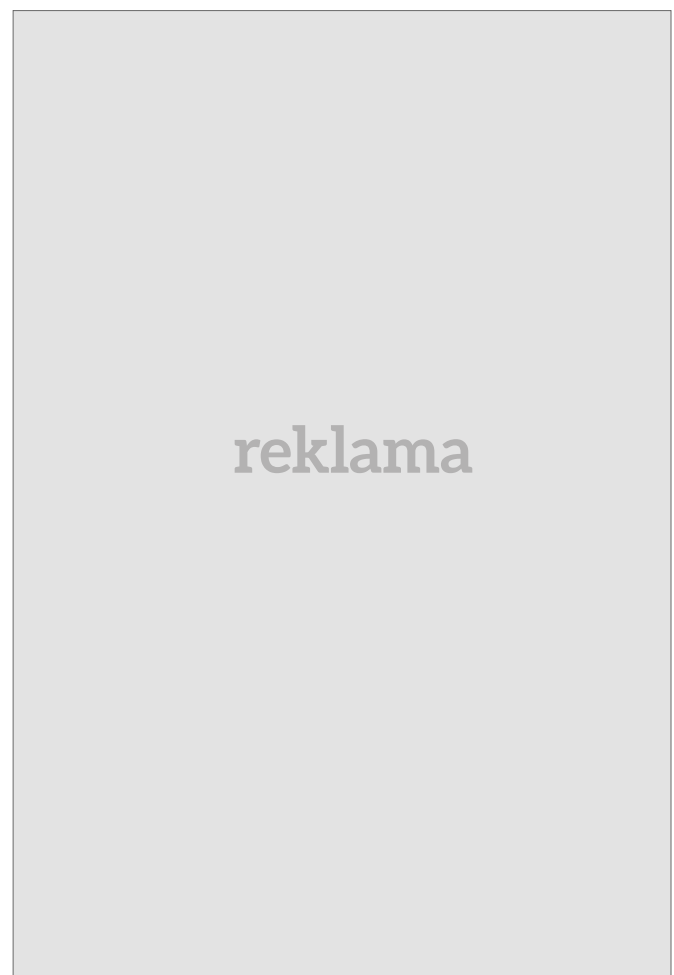
- powierzchnia czynna łożyska

$$\Delta S = S_1 - S_2 = \frac{\pi \cdot (2,24)^2}{4} - \frac{\pi \cdot (1,64)^2}{4} = 3,939 - 2,111 = 1,828 \text{ m}^2$$

- obciążenie całkowite wynosi 40 000 kG, czyli $Q = 392\,400 \text{ N}$
- ciśnienie oleju wyniesie

$$P = \frac{Q}{\Delta S} = \frac{392400}{1,828} = 214660,83 \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \cong 0,215 \text{ MPa}$$

reklama



Wymaganą minimalną ilość oleju można wyznaczyć z objętości powstałego filmu, gdzie grubość tej warstwy wystarczy $h = (0,1-0,2)$ mm.

Stąd objętość warstwy: $V = \Delta S \cdot h$.

Podstawiając dane w [cm], uzyskamy odpowiednio:

$V = 1828 \cdot 0,01 = 182,8 \text{ cm}^3$ lub $V = 18280 \cdot 0,02 = 365,6 \text{ cm}^3$
albo $V \cong 0,183 \text{ l}$ i $V = 0,366 \text{ l}$ gdzie l – litr.

Wydajności pomp olejowych najczęściej określa się w jednostkach litr/min. Zakładając, że wyliczone objętości w litrach są jednostkowymi, przeliczając na minutę, odpowiednio wyniosą: 10,98 l/min i 21,96 l/min.


Z uzyskanych obliczeń wynika, że dla tak znacznego obciążenia stołu tokarki (40 ton) wymagane parametry pracy łożyska hydraulicznego nie są duże. Przedstawiony na rysunku 3 schemat hydrauliczny układu zasilania jest prosty w budowie

i nie wymaga specjalnej obsługi, a dla utrzymywania stabilnych parametrów pracy łożyska zaleca się zastosować w układzie chłodnicę oleju.

Koszt przedstawionego rozwiązania konstrukcyjnego łożyska hydraulicznego może wynieść ok. kilkunastu tysięcy zł. Regeneracja po czasie pracy takiego łożyska sprowadza się przede wszystkim do wymiany tworzywa sztucznego (tekstolitu) górnego pierścienia, którego grubość waha się od 10 do 12 mm.

Zaprezentowane wyżej łożysko hydrauliczne jest wykonane, zamontowane i sprawdza się od kilku lat jako stałe wyposażenie tokarki karuzelowej w firmie APC Presmet Sp. z o.o. w Opolu.

Do zalet tego typu łożyska zaliczyć można: prostą budowę, niski koszt wykonania, prostą obsługę, dużą odporność na naciski powierzchniowe, niezawodność i łatwy sposób regeneracji, dzięki czemu nadaje się do rozpowszechnienia. ■

 mgr inż. Tadeusz Sawicki, e-mail: presmet@presmet.com.pl