

Ewa KOLCZYK\*, Krzysztof SOBCZYK\*\*, Jerzy MYALSKI\*\*\*, Alicja BALIN\*

\*Katedra Mechaniki Materiałów, Politechnika Śląska, Katowice; \*\*Szpital Miejski w Siemianowicach Śląskich; \*\*\*Katedra Technologii Stopów Metali i Kompozytów, Politechnika Śląska, Katowice

### WPLYW CZASU NA UTRATĘ WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWYCH POLIETYLENOWYCH PANEWK ENDOPROTEZ STAWU BIODROWEGO

Streszczenie. W pracy podjęto próbę określenia ilościowych zmian właściwości użytkowych polietylenowych panewek endoprotez stawu biodrowego w zależności od upływu czasu od ich produkcji. Badaniom poddano panewki z wysokocząsteczkowego polietylenu, wyprodukowanego w latach od 1991 do 2003. Przeprowadzono pomiary twardości materiału na płaskich przekrojach panewek oraz statyczną próbę rozciągania specjalnie przygotowanych z tych panewek próbek w postaci pierścieni. Stwierdzono niekorzystne zmiany badanych charakterystyk mechanicznych polietylenu wraz z upływem czasu.

#### 1. WSTĘP

We współczesnej ortopedii jednym z najważniejszych problemów jest zachowanie się implantów w organizmie człowieka [1]. Ważne jest trwałe zamocowanie protezy, jaki trwałość materiału, z którego jest ona wykonana [2].

Jednym z głównych materiałów stosowanych w ostatnich trzech dziesięcioleciach w całkowitej endoprotezoplastyce stawu biodrowego jest wysokocząsteczkowy polietylen (UHMWPE). Pomimo dużego zastosowania UHMWPE w artroplastyce biodra i kolana w dalszym ciągu nie udało się wyeliminować niekorzystnych cech tego materiału. Nadal występuje proces zużycia i osteolizy, który dotyczy szczególnie ludzi młodych i aktywnych [4]. Produkty zużycia pochodzące głównie od UHMWPE powodują resorbcję kości i niekorzystne reakcje w tkankach ludzkich, co prowadzi do obłuzowania i pęknięć protezy [3].

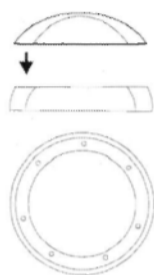
Aby poprawić właściwości użytkowe polietylenowych implantów stosuje się usieciowany UHMWPE. Usieciowanie polietylenu prowadzi jednak do spadku jego właściwości mechanicznych szczególnie ciągliwości, wytrzymałości zmęczeniowej i odporności na kruche pękanie [4].

Obluzowanie i niszczenie polietylenowych panewek endoprotez stawu biodrowego wiąże się ze zjawiskami ich plastycznego odkształcania, zużycia trybologicznego i zmian zachodzących w strukturze polietylenu oraz pękania [5]. Polietylen ma niską granicę plastyczności, co wiąże się z jego dużą zdolnością do odkształceń trwałych. Jednocześnie związane jest to z procesem zużycia trybologicznego [1]. Oba te procesy prowadzą do osłabienia przekroju panewki, z dalszym procesem perforacji lub pękania [4].

Wszystkie zjawiska prowadzące do zniszczenia panewek wiążą się z czasem ich użytkowania. Dlatego też w pracy podjęto próbę określenia, jakim zmianom ulegają charakterystyki mechaniczne polietylenu w miarę upływu czasu.

## 2. METODYKA BADAŃ

Badaniom poddano panewki z wysokocząsteczkowego polietylenu wyprodukowane w latach 1991-1993, 1995 i 1997 (firmy Aesculap), oraz 2002-2003 (firmy Keramed). Przeprowadzono pomiar twardości na płaskich przekrojach panewek oraz statyczną próbą rozciągania specjalnie przygotowanych próbek w kształcie pierścieni. Próbę twardości przeprowadzono na urządzeniu HK465 firmy Heckernt metodą Brinella przy obciążeniu 135N. Wgłębnikiem była kulka stalowa o średnicy 5mm. Pomiaru twardości dokonano według schematu przedstawionego na rys.1

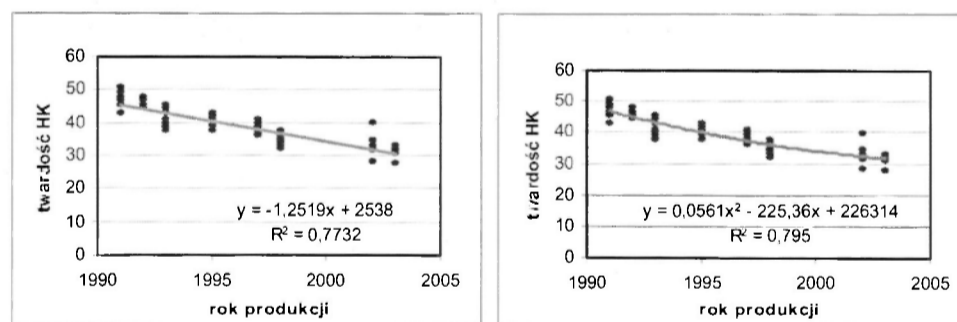


Rys. 1. Schemat pomiaru twardości panewki

Statyczną próbą rozciągania pierścieni wyciętych z panewek przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej Instron 4469, stosując prędkość rozciągania 50min/min.

## 3. WYNIKI BADAŃ

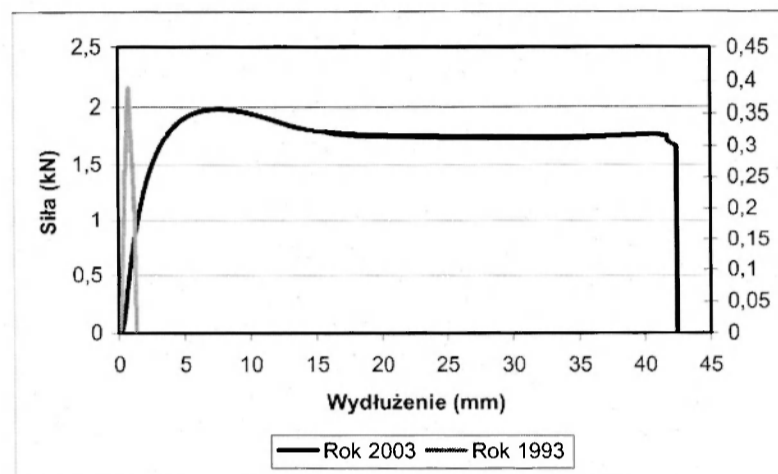
Otrzymane wyniki badań twardości przedstawiono na wykresach zamieszczonych na rys.2. Na ich podstawie można stwierdzić, iż w miarę upływu czasu panewki zwiększają swoją twardość.



Rys. 2. Wykres zmiany twardości HK panewek w zależności od roku produkcji

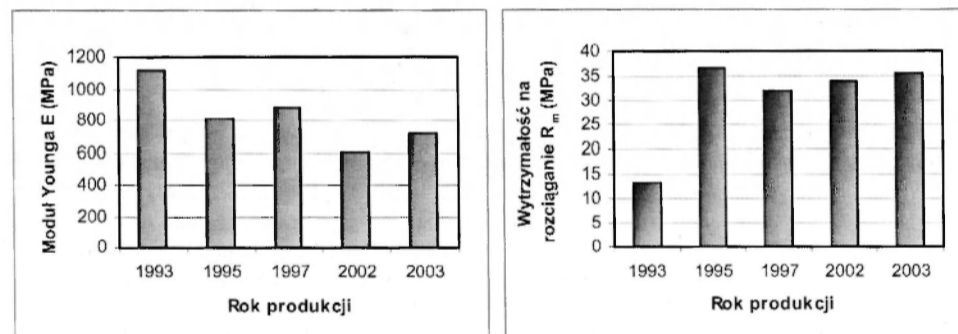
Efektem tego zjawiska jest spadek właściwości plastycznych polietylenu wraz z upływem czasu, co wiąże się z jego większą skłonnością do kruchego pękania. Wyniki ze statycznej próby rozciągania próbek przygotowanych z panewek przedstawiono na rys.3 i 4.

Na podstawie krzywych rozciągania (rys.3) można stwierdzić, że próbka wykonana z panewki z 2003 roku doznaje dużych odkształceń plastycznych, wykazując zdolność do płynięcia.



Rys. 3. Przykładowe krzywe rozciągania pierścieni wykonanych z panewek

Próbka z panewki z 1993 roku zachowuje się jak ciało kruche. Występujące odkształcenia są bardzo małe i sprężyste. Wiąże się z tym najniższa wytrzymałość na rozciąganie  $R_m = 13,42$  MPa, uzyskana dla polietylenu z 1993 roku (rys.4). Dla pozostałych próbek wartości  $R_m$  kształtują się na tym samym poziomie z uwagi na stan materiału, który nie jest tak kruchy jak ten z 1993 roku, lecz zdolny jest do większych odkształceń plastycznych.



Rys. 4. Wartości modułu Younga E i wytrzymałości na rozciąganie  $R_m$  polietylenu w zależności od roku produkcji panewek

Z porównania wartości modułów Younga E polietylenu (rys.4) wynika że, materiał z lat najstarszych ma wartość E największą, a z lat najmłodszych najmniejszą. Spowodowane jest

to skłonnością do starzenia się polietylenu wraz z upływem czasu, polegającą na utracie właściwości plastycznych.

#### 4. PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w miarę upływu czasu właściwości użytkowe panewek ulegają pogorszeniu. Zwiększa się twardość polietylenu oraz zmniejszają się jego właściwości plastyczne. Może to powodować skłonność polietylenowych panewek do kruchej pęknięcia. Aby zwiększyć okres użytkowania polietylenowych panewek ważne zatem jest poznanie zjawisk, jakie zachodzą w materiale w miarę upływu czasu.

#### LITERATURA

- [1] Okrajni J., Myalski J., Toborek J., Kusz D., Cybo J., Duda P.: Prognozowanie zmian właściwości polietylenowej komponenty panewkowej endoprotezy stawu biodrowego. Materiały II Sympozjum Biomechanika w Implantologii, Katowice 1999, s.128-133.
- [2] Będziński R.: Biomechanika inżynierska. Zagadnienia Wybrane. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.
- [3] Shi W., Dong H., Bell T.: Tribological behaviour and microscopic wear mechanisms of UHMWPE sliding against thermal oxidation treated Ti6Al4V. Material Science and Engineering A291, (2000), s.27-36
- [4] Birman M., Noble P., Conditt M., Li S., Mathis K.: Cracking and impingement in Ultra-High-Molecular-Weight polyethylene acetabular liners. The Journal of Arthroplasty 2005, Vol. 20 No.7 Suppl. 3, s. 87-92
- [5] Toborek J., Okrajni J., Gajda Z., Cybo J.: Mechaniczne uwarunkowania trwałości polietylenowej panewki w całkowitej endoprotezoplastyce stawu biodrowego. Chir. Narz. Ruchu i Ortop. Pol. 65(3) 2000, s.249-254.

#### **IMPACT OF TIME ON LOSS USEFUL PROPERTIES OF THE ARTIFICIAL HIP POLYETHYLENE ACETABULAR CUP**

**Summary.** The aim of this paper is analysis of changes of mechanical properties of the artificial hip polyethylene acetabular cup depending on time of production. Polyethylene cups produced in the period between 1991 and 2003 were investigated. Hardness test has been made on flat, cross-sections acetabular cups and static tension test on special specimens which have ring shape. It has been stated disadvantageous effect that mechanical properties of PE change with time.