

Plastyczne kształtowanie lotniczych stopów Al (w tym Al.-Li) oraz Ti

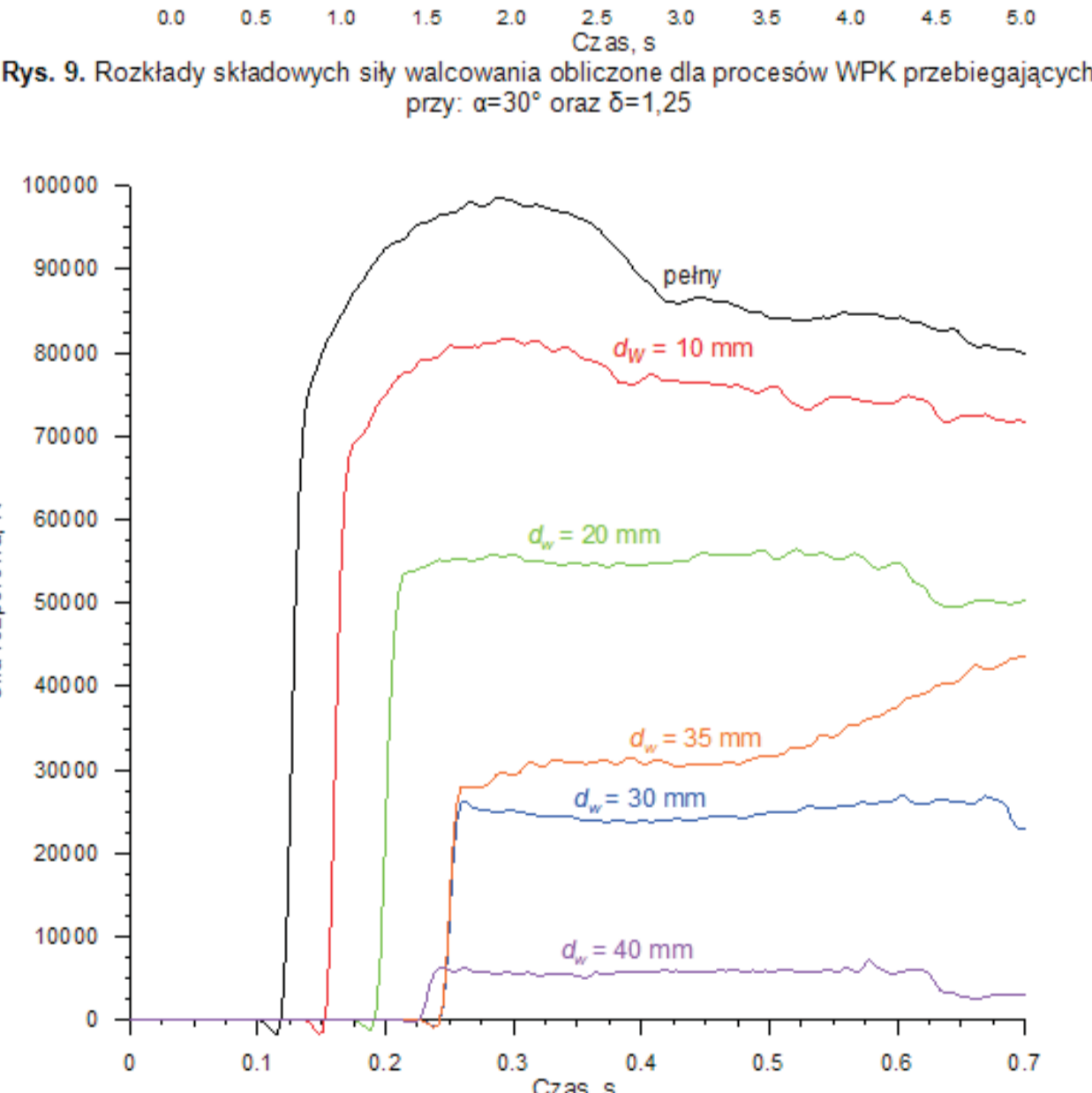
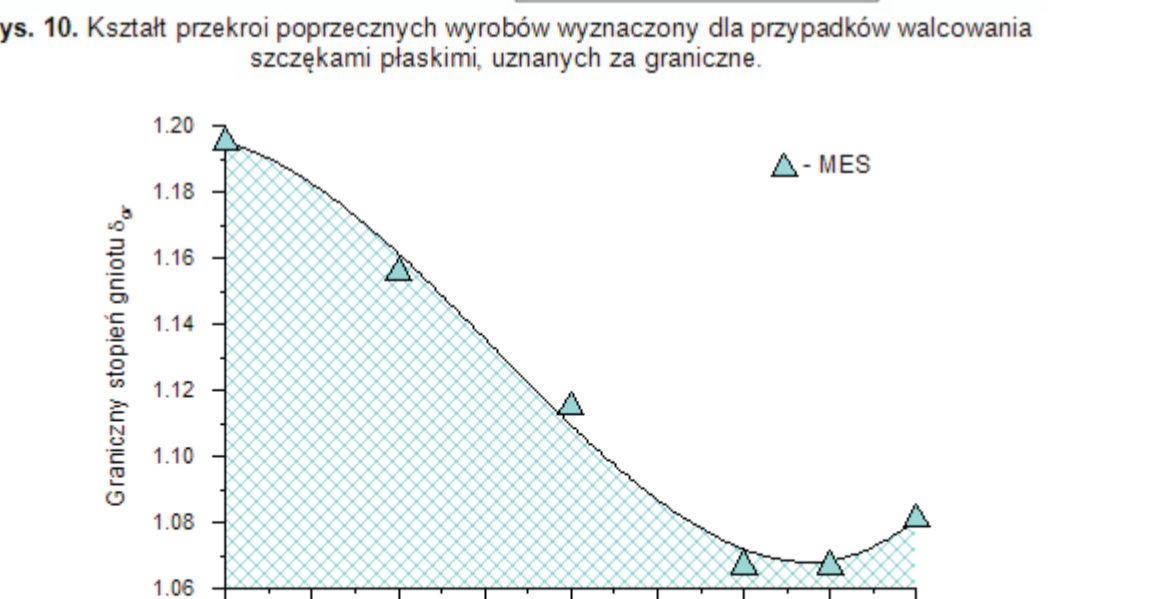
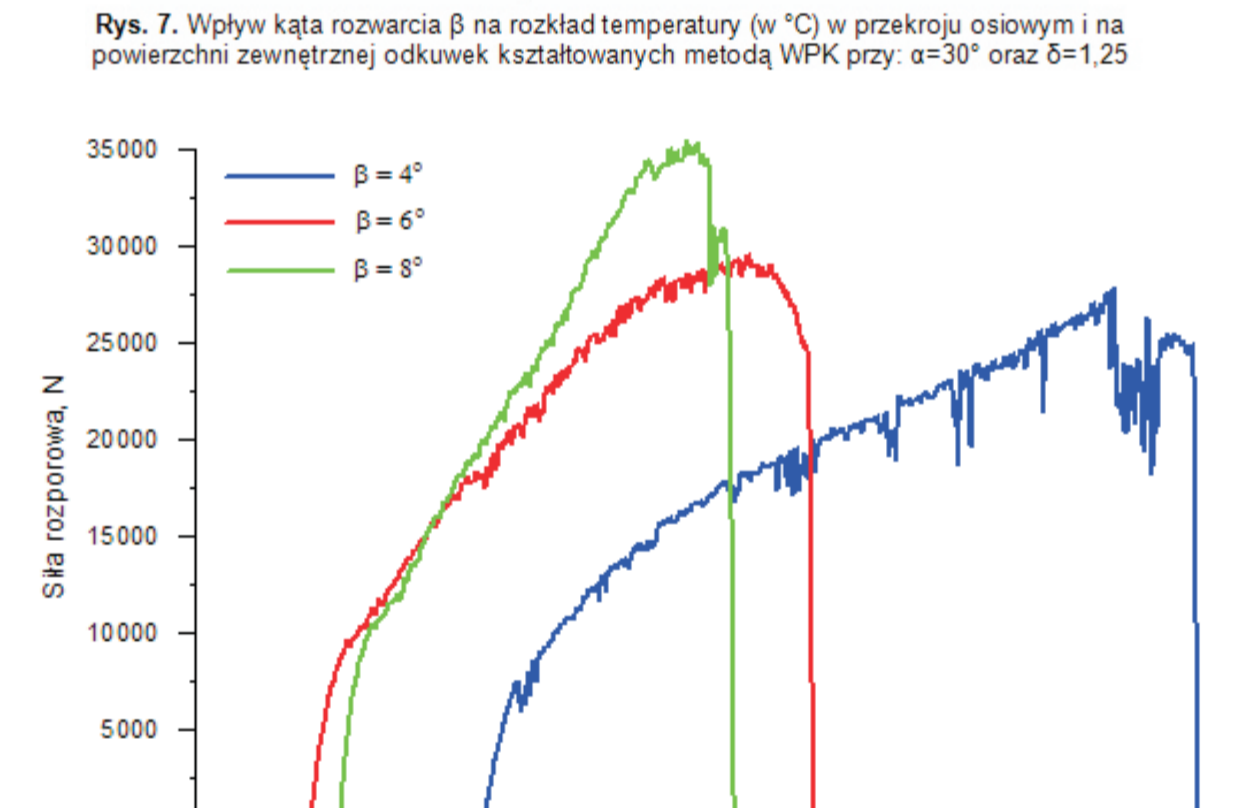
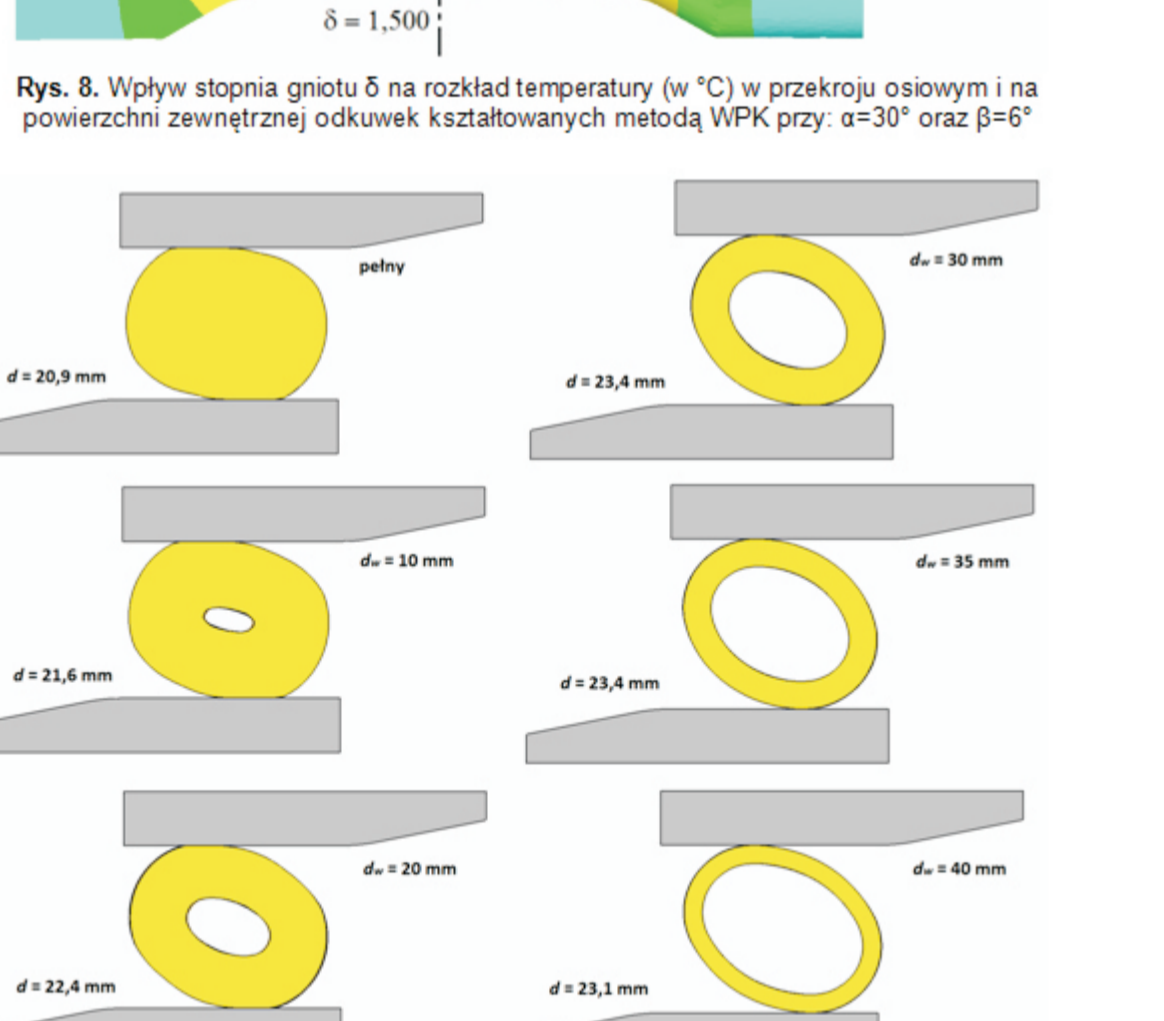
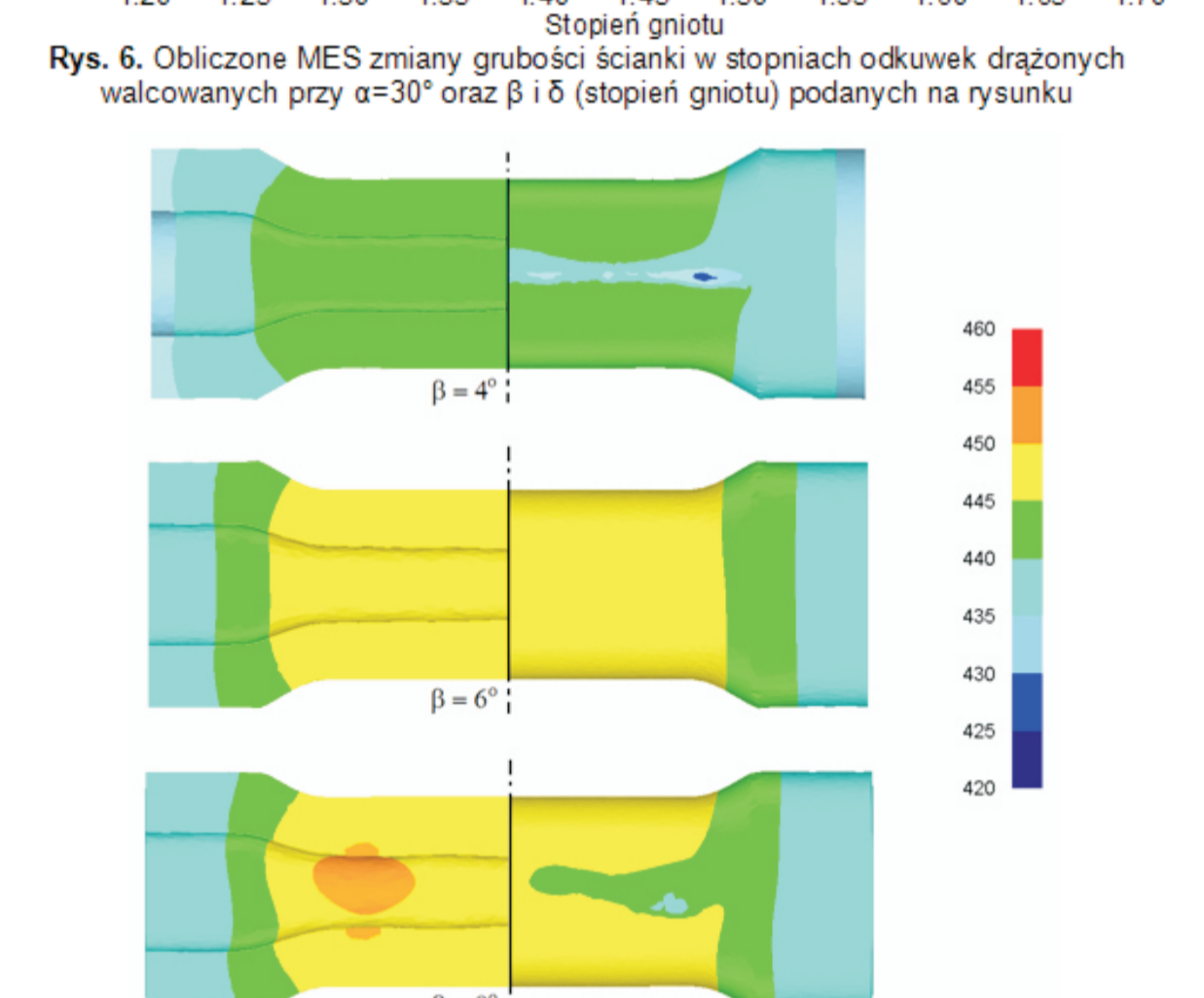
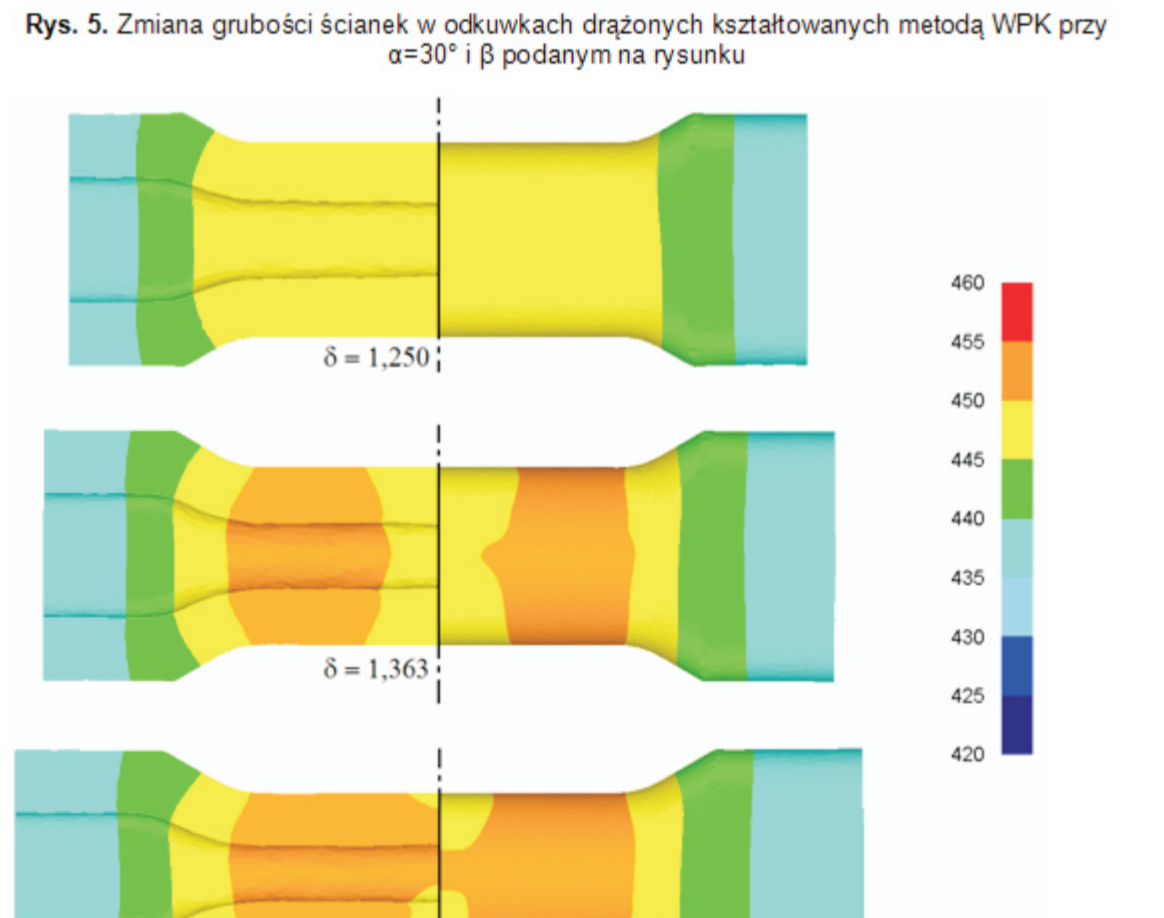
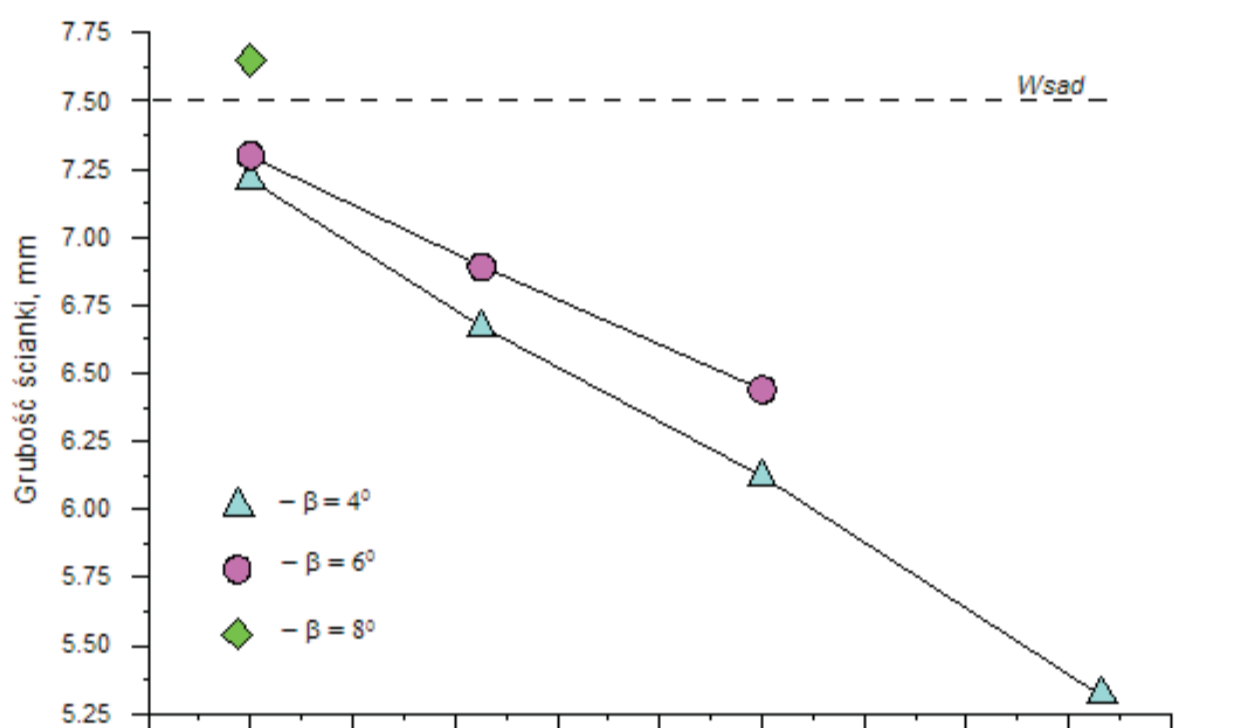
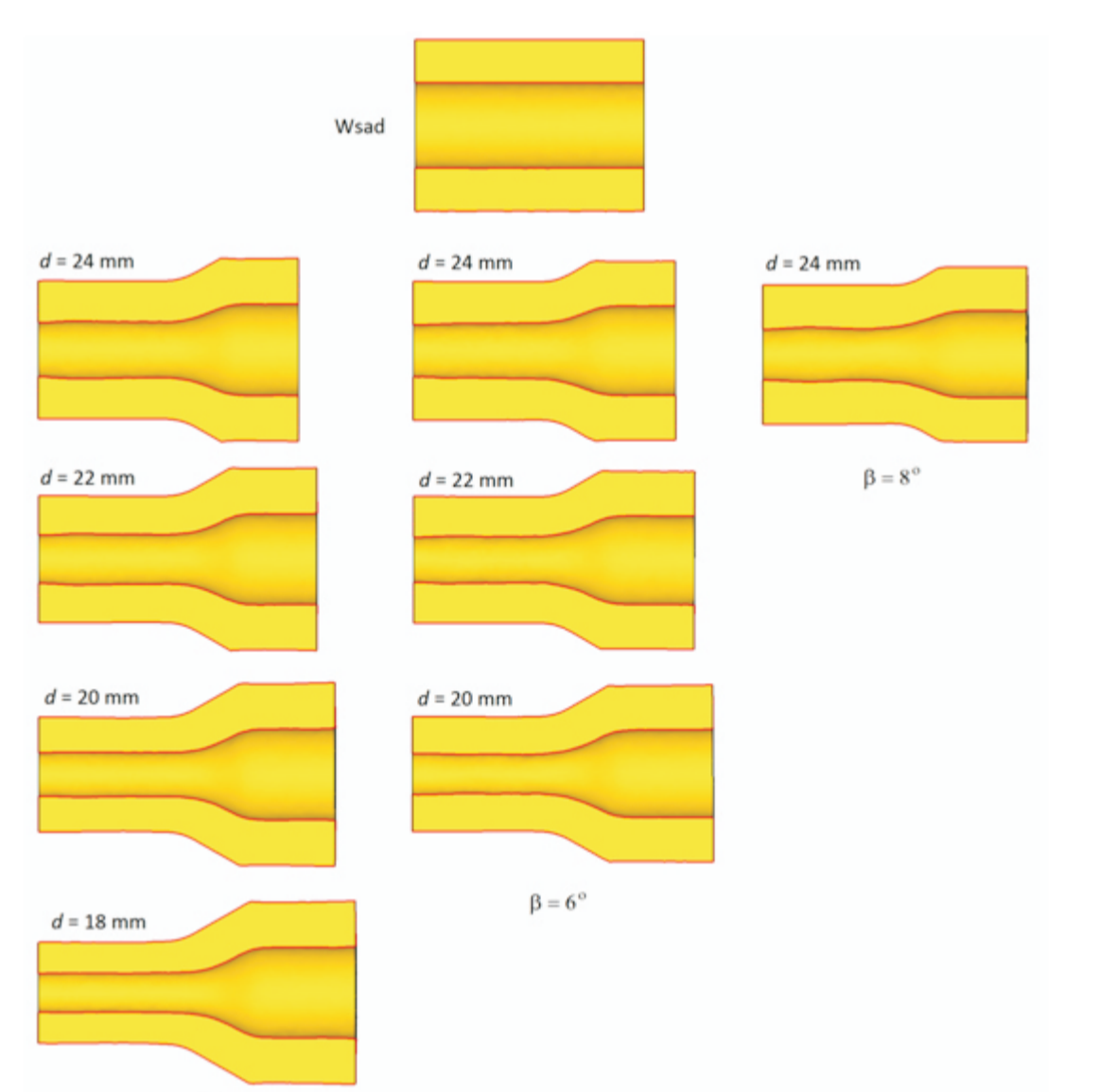
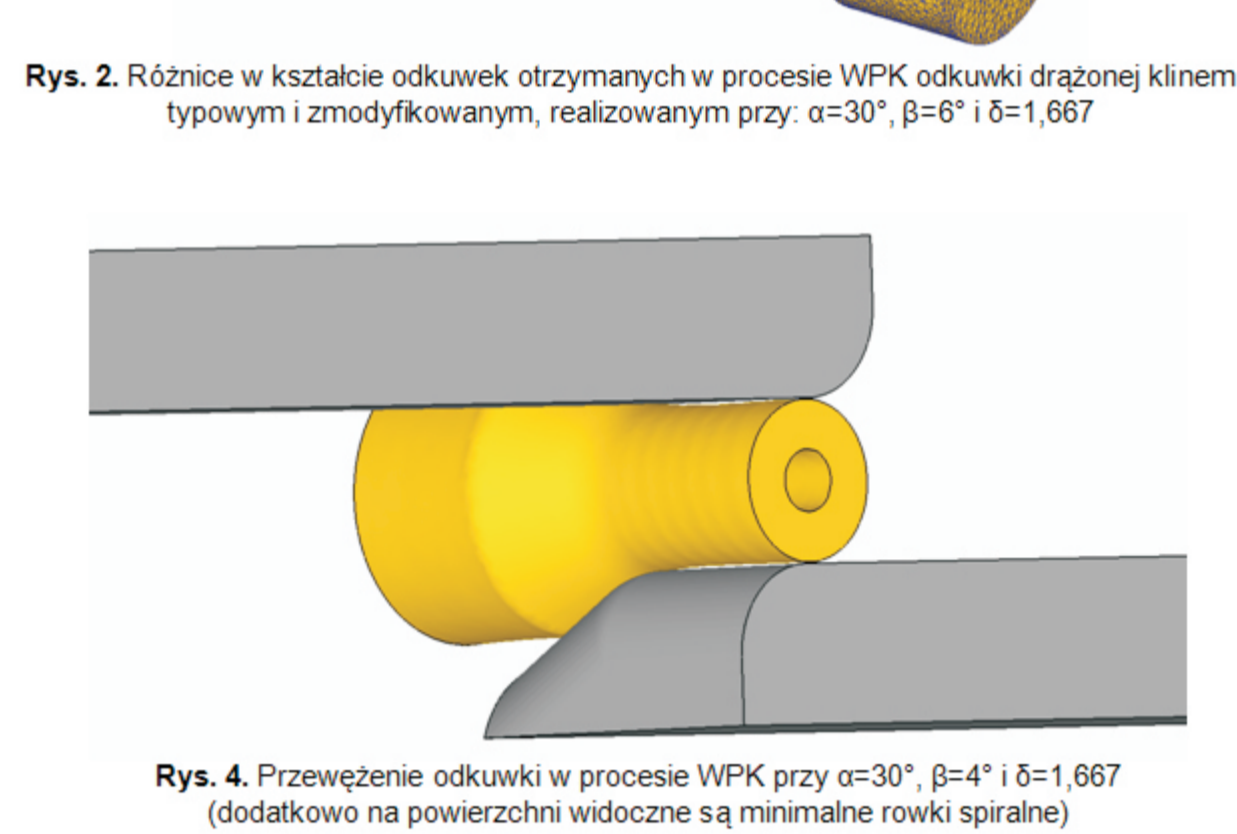
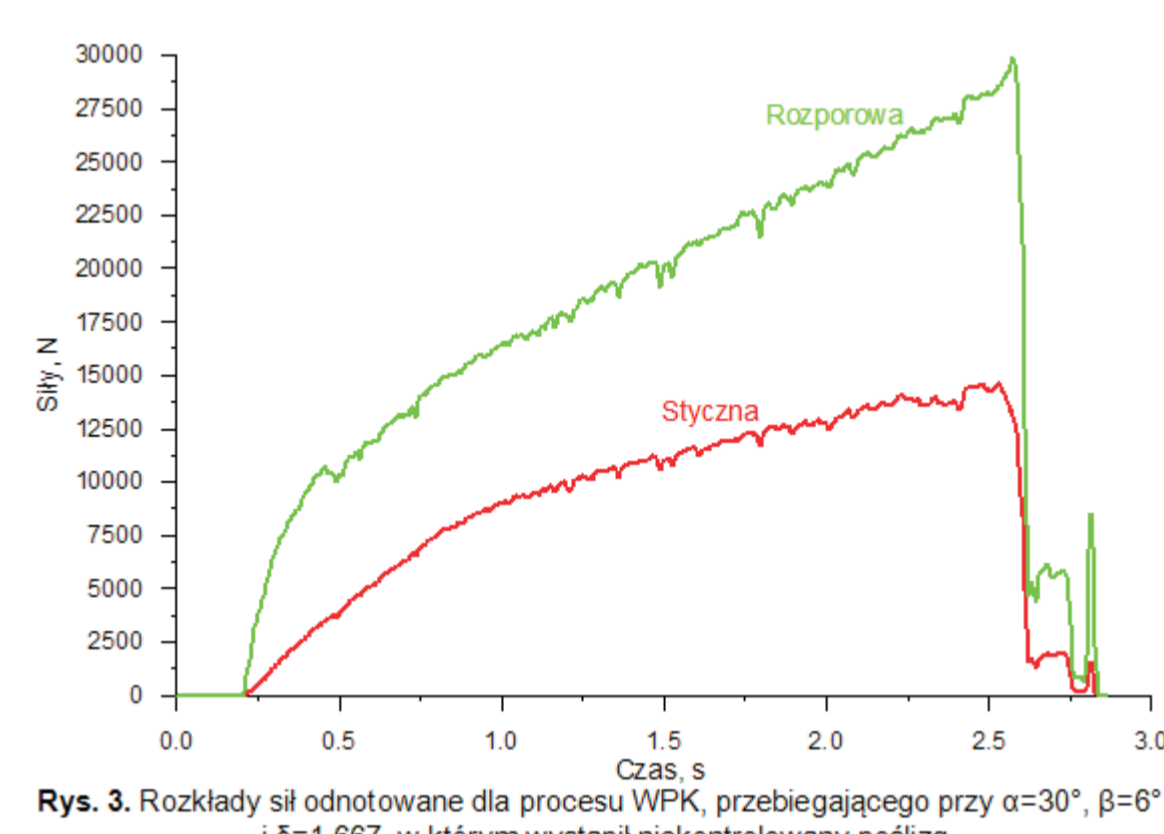
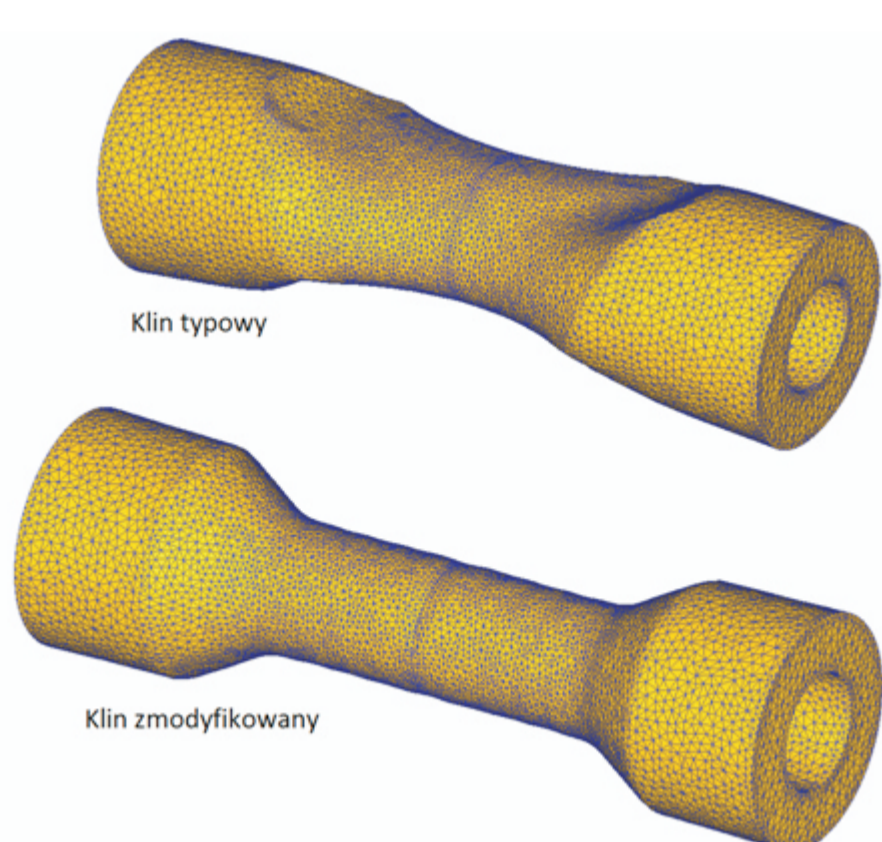
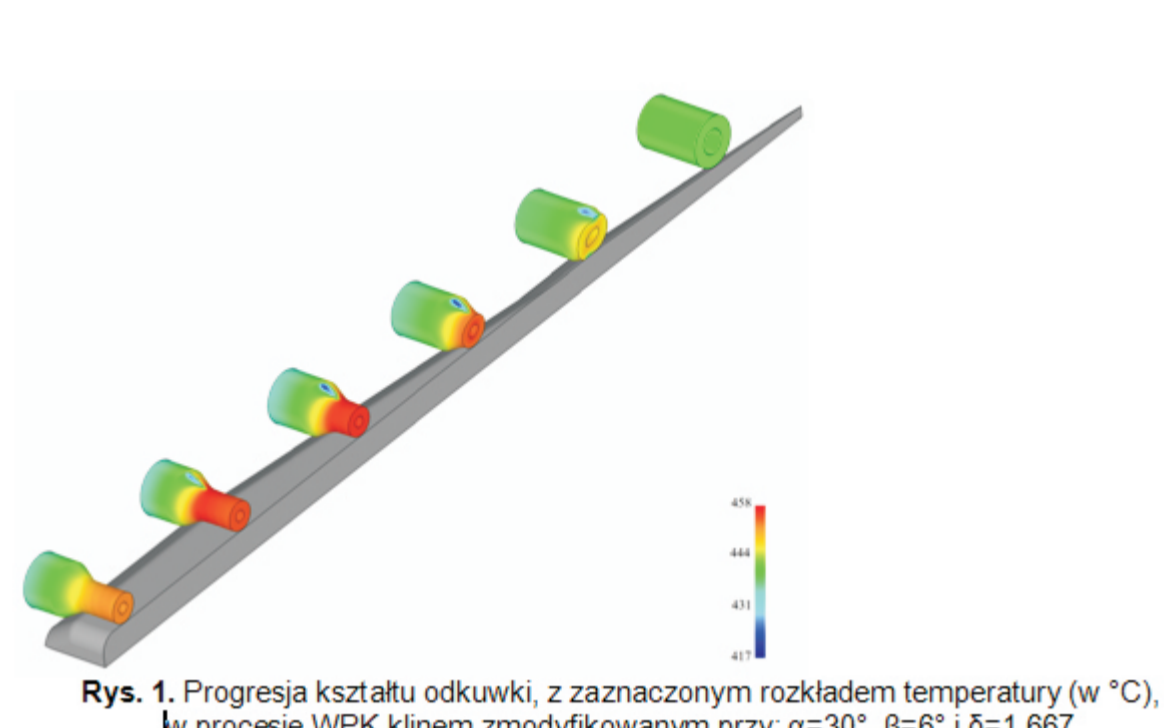
Politechnika Śląska, Politechnika Rzeszowska, Politechnika Lubelska, Politechnika Warszawska, Politechnika Częstochowska

Wyniki badań

Analiza teoretyczna procesu walcowania poprzeczno-klinowego stopniowanych wałków drążonych ze stopu aluminium 2618

Dotychczasowe badania odnoszące się do WPK wyrobów drążonych dotyczyły wyłącznie kształtowania odkuwki ze stali. W literaturze specjalistycznej nie zamieszczono jakiegokolwiek informacji na temat kształtowania metodą WPK odkuwki drążonych, wykonywanych ze stopów aluminium. Stąd też za celowe uznano przeprowadzenie analizy numerycznej w tym zakresie.

W ramach zasadniczej analizy numerycznej rozważano przypadek walcowania klinami płaskimi, zgodnie ze schematem pokazanym na rys. 1. Wybrane wyniki przedstawiono na rysunkach poniżej.



Wnioski

- Na podstawie wykonanych badań stwierdzono, że:
 - Metodą walcowania poprzeczno-klinowego można kształtować odkuwki drążone ze stopu aluminium w gatunku 2618.
 - Stabilność walcowania może być zakłócona przez przewężenie odkuwki w obszarze kształtowanego stopnia oraz przez niekontrolowany poślizg, doprowadzający do zgniecenia wyrobu.
 - Wystąpienie poślizgu (zgniecenia) jest mocno związane z zastosowanymi parametrami procesu WPK tj. stopnia giętości δ i kątów kształtującego α i rozwarcia klina β.
 - Podano sposób oszacowania czy przy zadanych parametrach procesu WPK (δ, α i β) wystąpi niekontrolowany poślizg prowadzący do zgniecenia (wraz z nomogramami ułatwiającymi oszacowanie).
 - Podczas walcowania wyrobów drążonych mogą wystąpić pęknięcia na powierzchni wewnętrznej, kształtowanej odkuwki. Prawdopodobieństwo pęknięcia zwiększa się ze stosowaniem większych stopni giętości δ.
 - Konieczne jest przeprowadzenie weryfikacji doświadczalnej wykonanych obliczeń numerycznych. Można w tym celu wykorzystać urządzenie do walcowania poprzeczno-klinowego znajdujące się w Politechnice Lubelskiej.

Badanie warunków tarcia dla pary trącej stop aluminium PA38 - stal narzędziowa w warunkach kształtowania na gorąco

Celem badań było wyznaczenie wartości współczynników i czynników tarcia przy różnych warunkach kształtowania i określenie skuteczności smarów dla stosowanego zakresu temperatur. W badaniach zastosowano cztery rodzaje środków smarnych: akwagrafit CP, lubrodal F318, smar na bazie dwusiarczku molibdenu oraz łój z grafitem. Smary te są stosowane do kucia na gorąco stopów metali nieżelaznych.

Tab. 1. Skład chemiczny stopu aluminium PA38 (6101A)

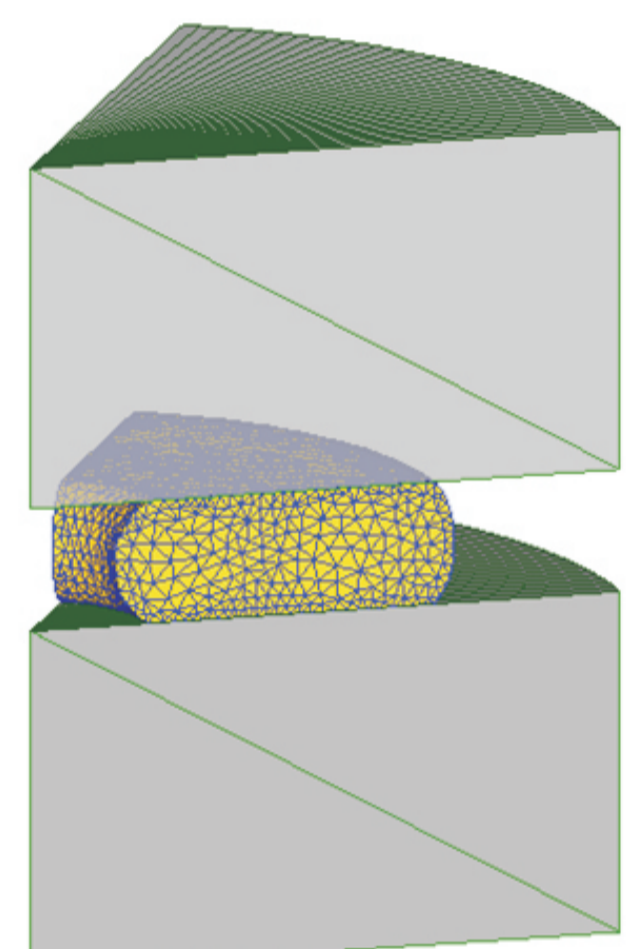
Składnik	C	Mo	Cu	N	V	Al	Ti
% wagowy	0,26	0,01	0,02	0,01	4,02	5,91	reszta



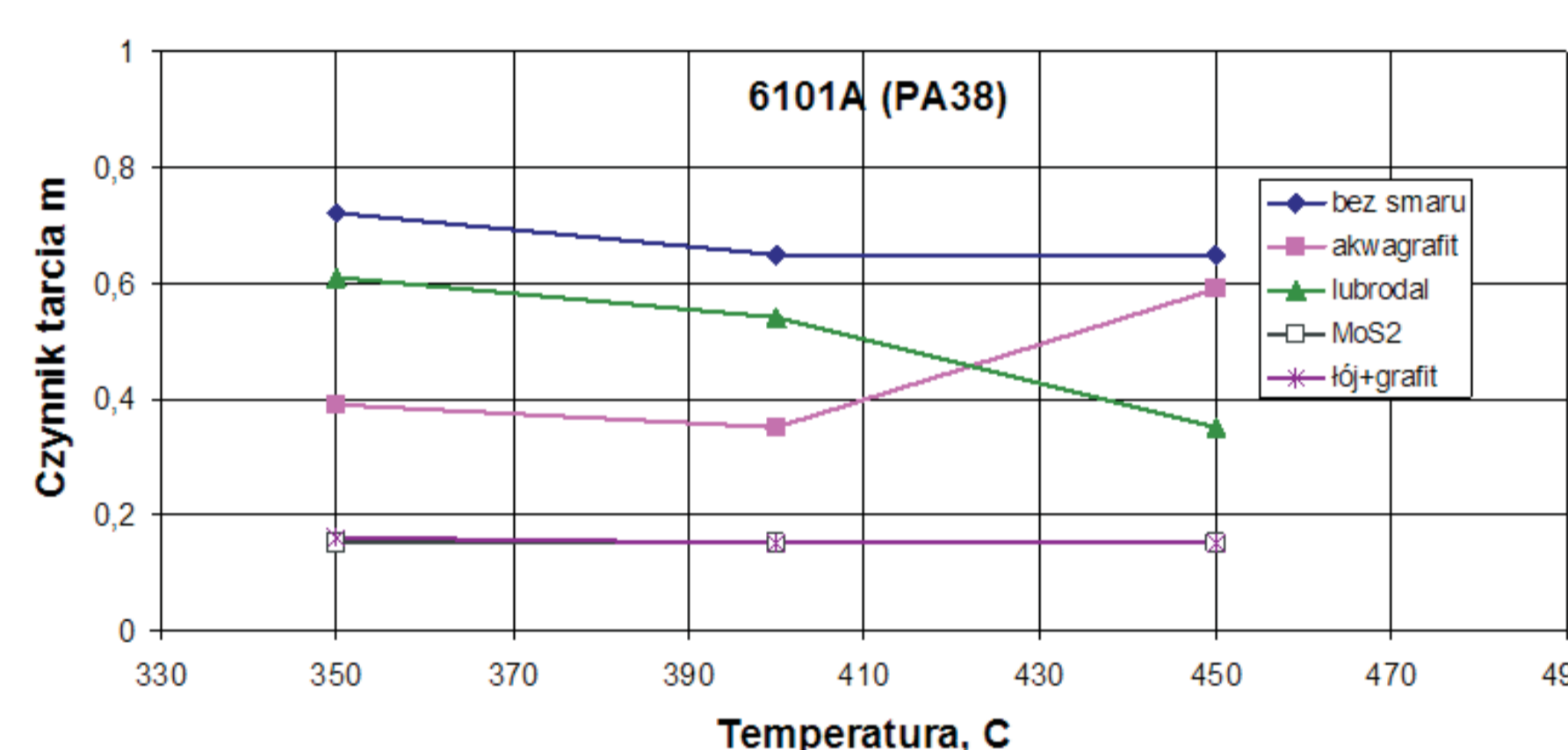
Rys. 1. Próbkę pierścieniową ze stopu aluminium PA38 (6101A) przygotowaną do badań warunków tarcia



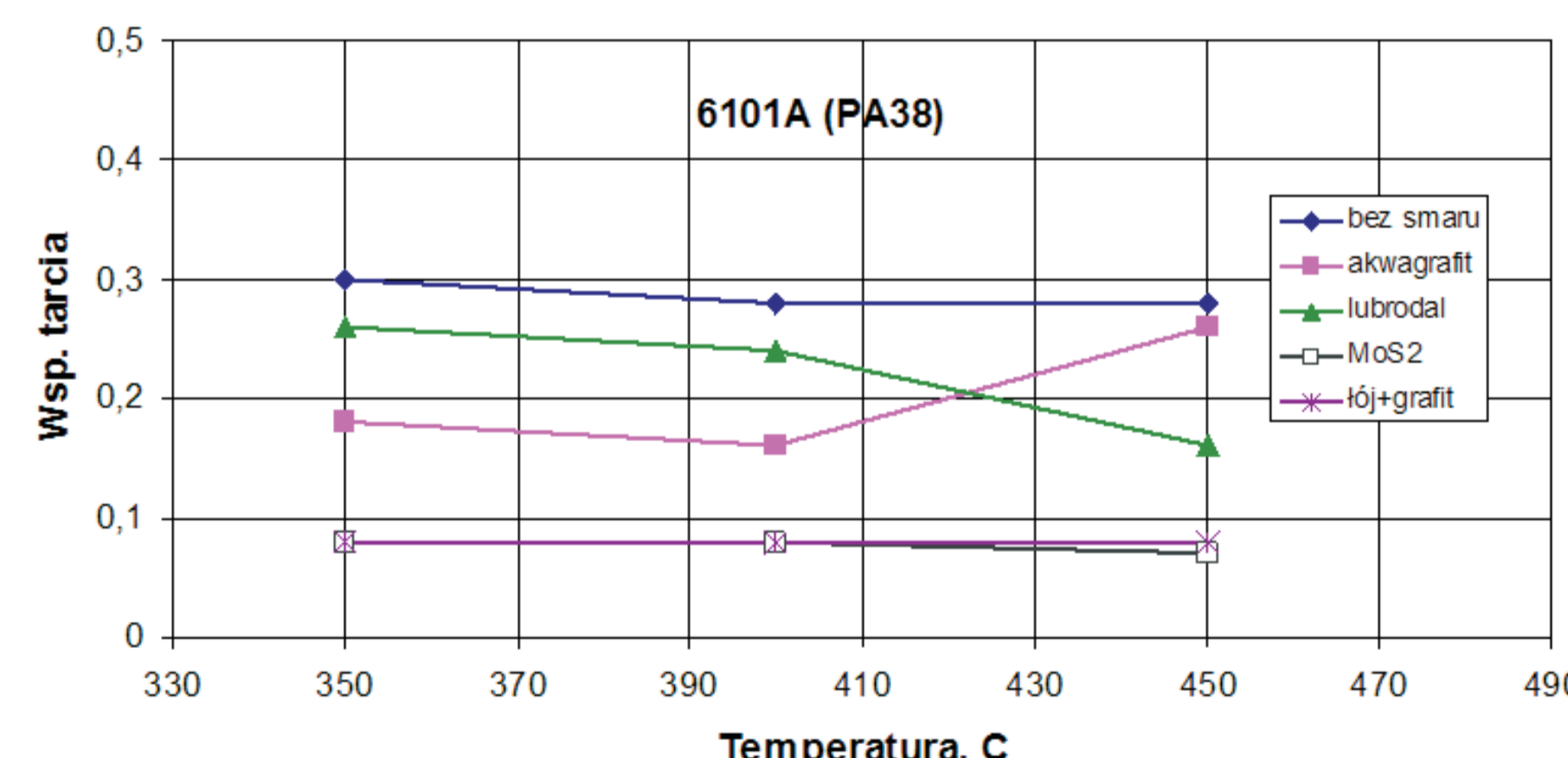
Rys. 2. Spieczone próbki ze stopu aluminium PA38 (6101A)



Rys. 3. Model teoretyczny próby spęczenia próbki pierścieniowej w końcowej fazie



Rys. 4. Zależność czynnika tarcia od temperatury dla różnych warunków smarowania



Rys. 5. Zależność współczynnika tarcia od temperatury dla różnych warunków smarowania

Wnioski

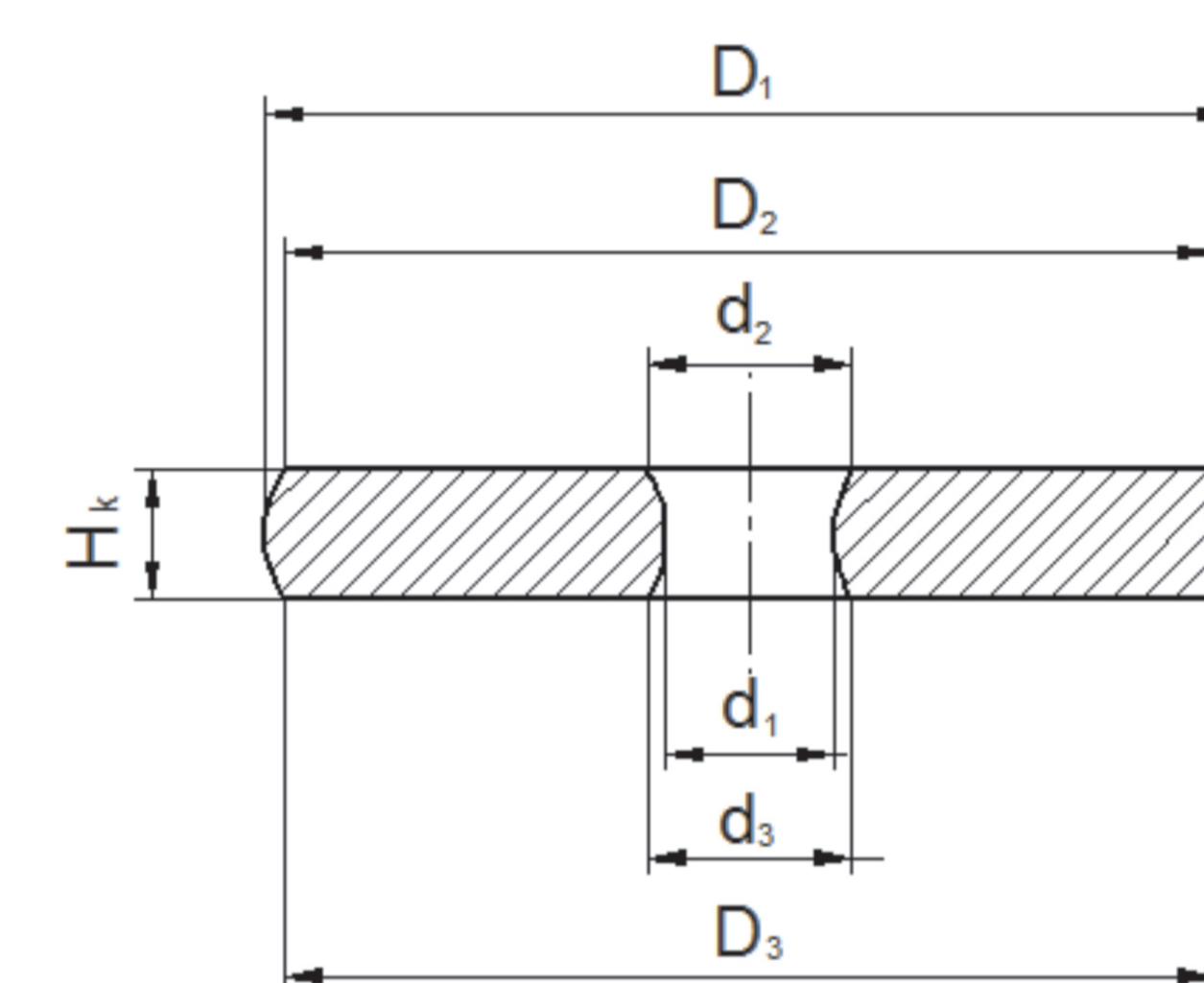
- Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:
 - Najskuteczniejszymi smarami do kształtowania na gorąco stopu aluminium PA38 (6101A) są: łój z grafitem i smar na bazie dwusiarczku molibdenu. Działanie tych smarów nie zależy od temperatury w całym badanym zakresie, co należy uznać za ich zaletę. W obu przypadkach czynniki tarcia wynoszą ok. 0,15, natomiast współczynniki tarcia ok. 0,08. Smary te będą stosowane w przyszłych badaniach procesów kształtowania na gorąco stopu PA38, w przypadkach gdzie niezbędne jest uzyskanie jak najniższego tarcia.
 - Najgorszymi własnościami smarującymi spośród badanych smarów charakteryzuje się lubrodal i akwagrafit. Wartości czynnika i współczynnika tarcia w temperaturach 350°C i 400°C są największe przy stosowaniu lubrodalu, natomiast w temperaturze 450°C przy stosowaniu akwagrafitu. Ponadto zależność skuteczności działania tych smarów od temperatury należy uznać za wadę.
 - Tarcie występujące w przypadku odkształcania stopu aluminium PA38 (6101A) na gorąco bez smarowania wykazuje różnicę w stosunku do innych materiałów kształtowanych w zakresie temperatur na gorąco. Wartości czynnika i współczynnika tarcia wynoszą odpowiednio 0,65+0,72 oraz 0,28+0,30 w odróżnieniu od innych materiałów osiągających graniczne lub bliskie granicznym wartości tych współczynników.
 - Uzyskane wyniki badań określające zależność wartości czynnika i współczynnika tarcia od temperatury umożliwią wykonywanie symulacji z zastosowaniem modelu tarcia mieszane (Coulomba i tarcia stałego) uzależnionego od temperatury, który zaimplementowany jest w programie Deform 3D. Oczekuje się, że zastosowanie tego modelu pozwoli uzyskać wzrost jakości wyników obliczeń.

Badanie warunków tarcia dla pary trącej stop tytanu Ti6Al4V - stal narzędziowa w warunkach kształtowania na gorąco

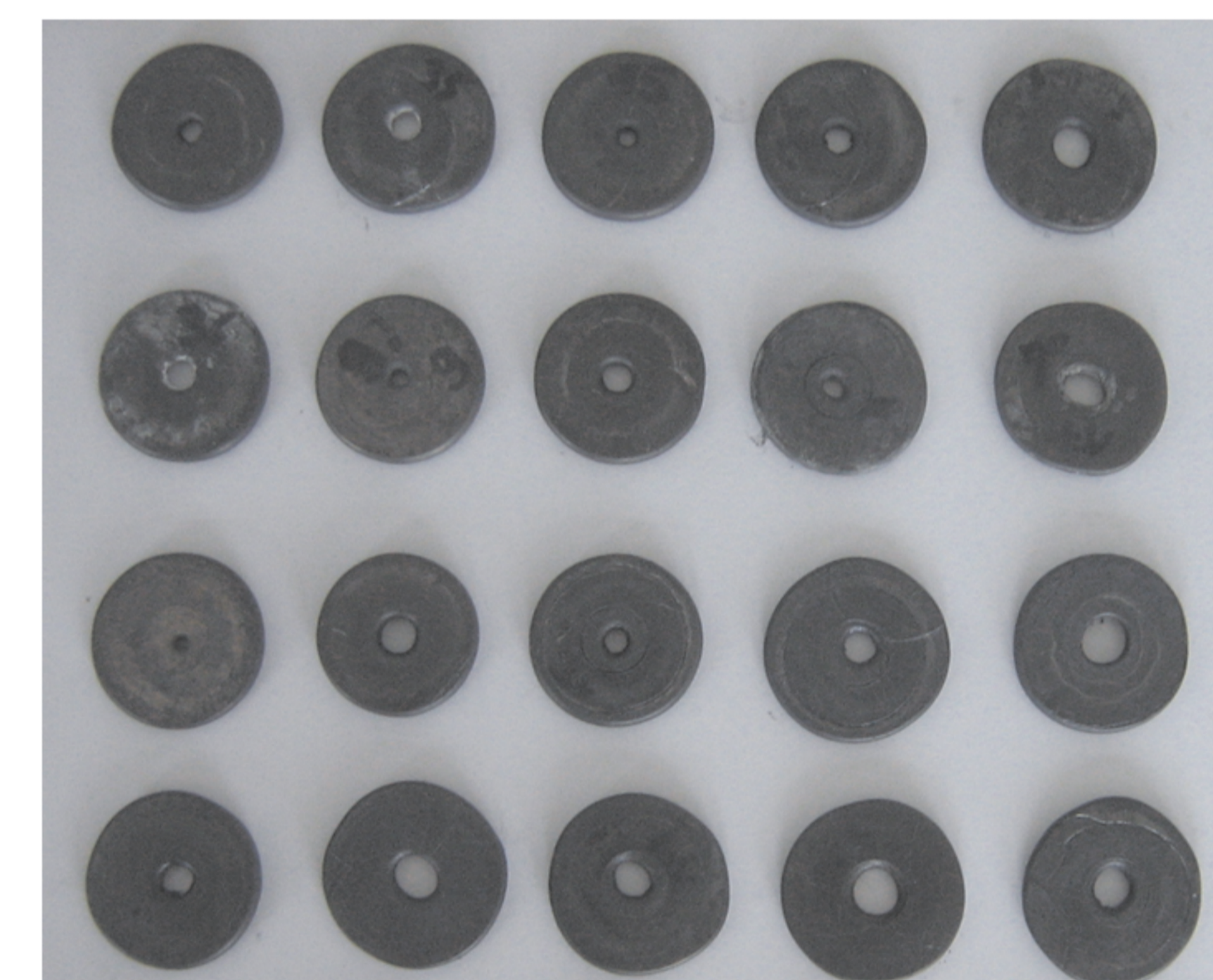
Celem badań było wyznaczenie wartości współczynników i czynników tarcia przy różnych warunkach kształtowania i określenie skuteczności smarów dla stosowanego zakresu temperatur kształtowania na gorąco. W badaniach zastosowano cztery rodzaje środków smarnych: akwagrafit CP, lubrodal F318, smar na bazie dwusiarczku molibdenu oraz łój z grafitem.



Rys. 1. Próbkę pierścieniową ze stopu tytanu Ti6Al4V przygotowaną do badań warunków tarcia



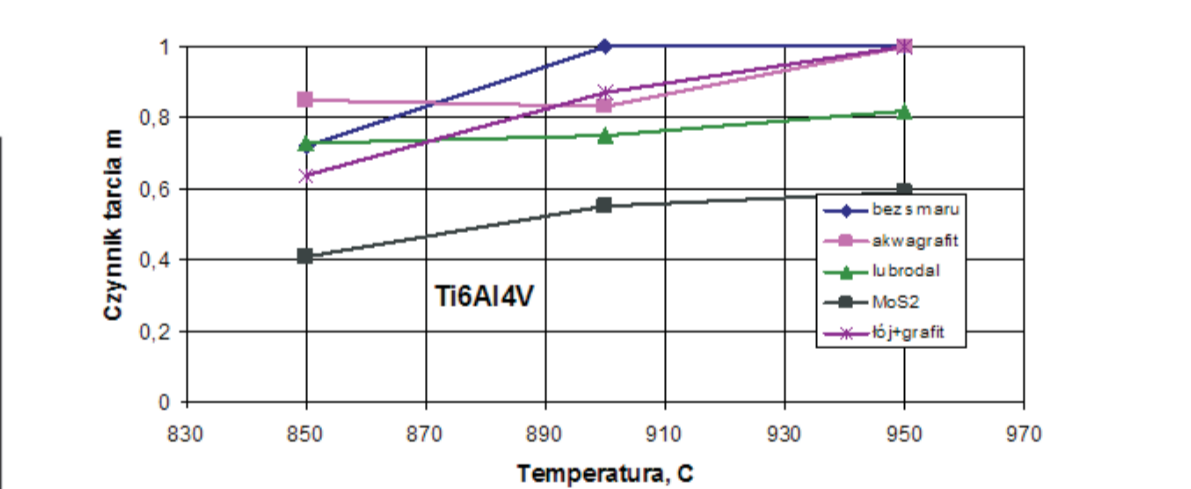
Rys. 3. Wielkości mierzone po spęczeniu próbek pierścieniowych



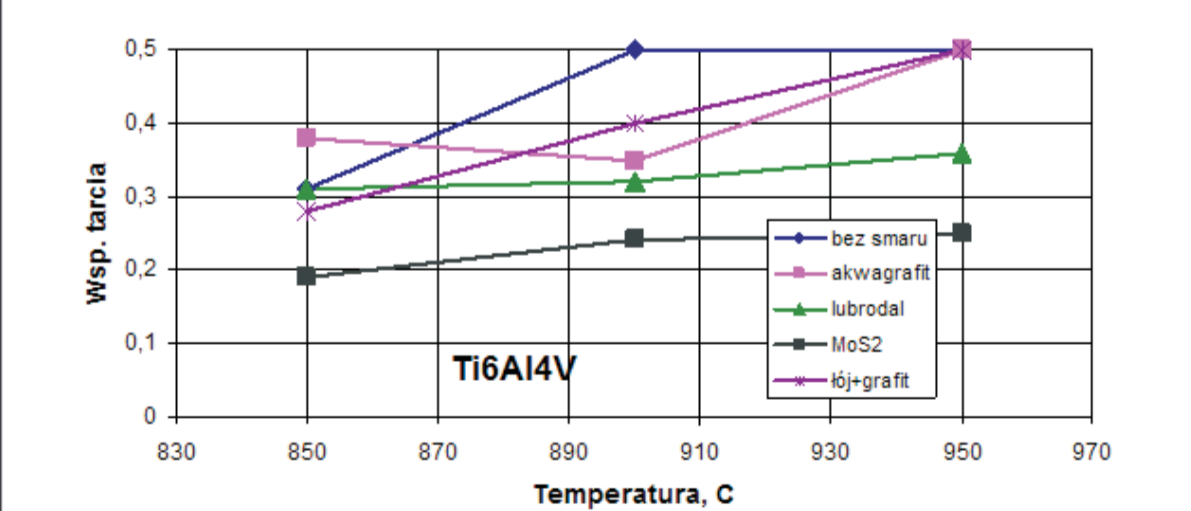
Rys. 2. Spieczone próbki ze stopu tytanu Ti6Al4V

Tab. 1. Uśrednione wyniki wybranych pomiarów dla stopu tytanu Ti6Al4V

Temp °C	Wymiary początkowe próbki									
	D0	d0	H0	D1	D2	D3	d1	d2	d3	Hh
850	20,08	9,92	6,95	25,8	26,9	25,75	4,5	6,1	6,5	3,20
900	20,07	10,07	6,98	25,08	25,59	25,63	4,59	5,91	5,7	3,10
950	20,15	10,06	6,97	24,72	25,03	24,6	3,86	4,45	4,54	3,25
BEZ SMARU										
850	20,08	9,95	7,03	26,5	27,3	26,6	4,1	5,6	5,45	3,20
900	20,07	10,07	6,98	27,69	27,47	27,63	2,19	3,51	3,97	2,78
950	20,07	9,98	7	26,55	25,68	25,69	3,13	5,39	5,07	3,20
AKWAGRAFIT										
850	20,08	10,03	7,06	27,25	27,4	27,3	4,4	6,3	6,15	3,20
900	20,07	10,1	6,96	25,08	25,59	25,63	4,59	5,91	5,7	3,10
950	20,09	10,04	6,93	26,37	26,43	26,72	5,08	6,67	7,59	3,06
SMAR NA BAZIE DWUSIARCZKU MOLIBDENU										
850	20,07	9,76	6,98	27,9	28,2	27,9	5,7	8,1	8,15	3,20
900	20,09	10,04	6,93	26,37	26,43	26,72	5,08	6,67	7,59	3,06
950	20,08	9,96	7,09	28,62	27,83	27,57	4,63	6,45	6,15	2,94
ŁÓJ Z GRAFITEM										
850	20,07	10,04	7,03	27,8	28,1	27,85	5,07	6,2	6,9	3,20
900	20,1	10,08	6,91	27,35	26,42	26,26	3,27	5,53	5,68	3,11
950	20,09	10,08	6,9	26,22	25,61	25,49	3,32	5,27	5,04	3,29



Rys. 4. Zależność czynnika tarcia od temperatury dla różnych warunków smarowania



Rys. 5. Zależność współczynnika tarcia od temperatury z zastosowaniem smarowania smarem na bazie dwusiarczku molibdenu

Wnioski

- Na podstawie przeprowadzonych badań sformułowano następujące wnioski:
 - Najskuteczniejszym smarem do kształtowania na gorąco stopu tytanu Ti6Al4V jest smar na bazie dwusiarczku molibdenu. Czynniki tarcia w badanym zakresie temperatur zawierają się w przedziale 0,41+0,59, natomiast współczynniki tarcia wynoszą 0,19+0,25. Jest to jedyny spośród badanych smarów, który wykazał wyraźną skuteczność smarowania w zakresie temperatur 850°C+950°C.
 - Na podstawie wyznaczonych zależności wartości czynnika i współczynnika tarcia od temperatury można stwierdzić, że wzrost temperatury wpływa na pogorszenie warunków tarcia. W warunkach spęczenia bez smarowania, ze smarowaniem akwagrafitem i lojem z grafitem w temperaturze 950°C wystąpiło tarcie graniczne.
 - W temperaturze 950°C, dwa spośród badanych smarów: akwagrafit i łój z grafitem nie wykazują żadnych efektów smarowania (wystąpiło tarcie graniczne). W przypadku lubrodalu skuteczność również jest bardzo mała (czynnik tarcia wynosi 0,82). Na tej podstawie oraz uwzględniając, że temperatura początku kształtowania na gorąco stopu tytanu Ti6Al4V wynosi 950°C+980°C można stwierdzić, że smary te nie nadają się do stosowania w procesach kształtowania na gorąco badanego stopu.