

Klaudiusz Lenik¹⁾, Sylwester Korga¹⁾

MODELOWANIE OPORÓW TARCIA DLA OKREŚLONYCH WARUNKÓW PROCESÓW WYTŁACZANIA, PRZETŁACZANIA I WYCIĄGANIA

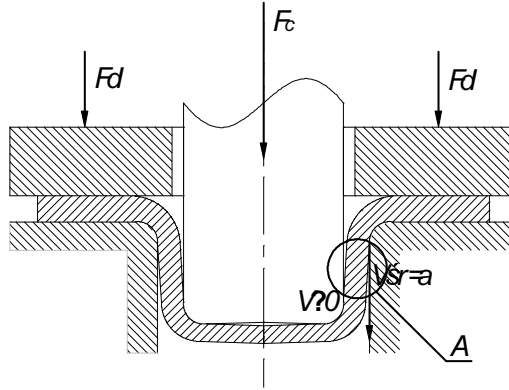
Streszczenie. Do opracowania modelu numerycznego procesu zastosowano metodą elementów skończonych. Budowanie analizowanego procesu uwarunkowane jest koniecznością szczegółowego opisanego warunków współpracy zmodelowanym obiektom. Model tarcia przyjęty w tym przypadku będzie miał istotne znaczenie dla wyników uzyskiwanych w obliczeniach numerycznych. Ważnym aspektem zastosowania modelowanych obiektów jest możliwość ich współpracy z Metodą Elementów Skończonych. Wykonanie analizy numerycznej pozwala na indywidualne rozpatrywanie badanego zjawiska jednak w tym przypadku wykorzystanie tej metody wymaga porównania i ewentualnych korekt warunków brzegowych. Zastosowanie tej metody traktowane jest jako wykorzystanie jej do badania zjawisk tarcia ślizgowego w procesie obróbki plastycznej. Zaletą takiego modelowania jest możliwość wielokrotnego eksperymentowania z różnymi warunkami procesu. Mimo faktu tworzenia uproszczonego modelu wybór parametrów obliczeń związany jest ze stworzeniem warunków jak najbardziej odpowiadających warunkom doświadczalnym. Metoda MES może być wykorzystywana do teoretycznego określenia wielkości przewidywanych odkształceń w warunkach obróbki plastycznej z uwzględnieniem zachowanych praw tarcia ślizgowego.

WSTĘP

Obróbka plastyczna na zimno jako odrębny dział obróbki plastycznej jest stosowana w szerokim zakresie w różnych gałęziach przemysłu. Rozumiana jest jako rozległy zbiór metod wytwarzania składający się z wielu procesów technologicznych realizowanych w wyniku odkształcenia plastycznego materiału za pomocą specjalistycznego oprzyrządowania.

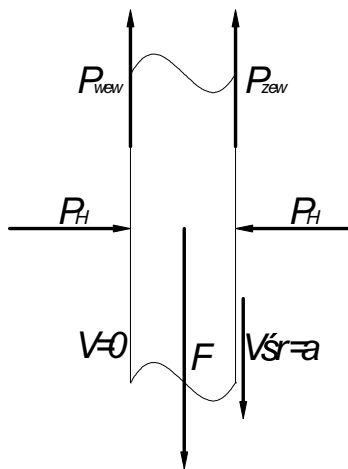
Obróbka plastyczna na zimno charakteryzuje się wieloma zaletami pod względem technicznym jak również ekonomicznym dzięki którym możliwa jest realizacja procesów wytwórczych. Składa się ona ze określonych operacji dzięki którym możliwe jest kształtowanie z rozdzieleniem materiału lub kształtowanie plastyczne. Realizacja tego typu procesów związana jest z koniecznością odpowiedniego dobrania wielu parametrów. Można do nich zaliczyć np.: siłę nacisku, odpowiedni dobór materiału, temperaturę, kształt części roboczych tłoczników i wykrojników, szybkość przesuwania się

¹⁾ Katedra Podstaw Techniki, Politechnika Lubelska.

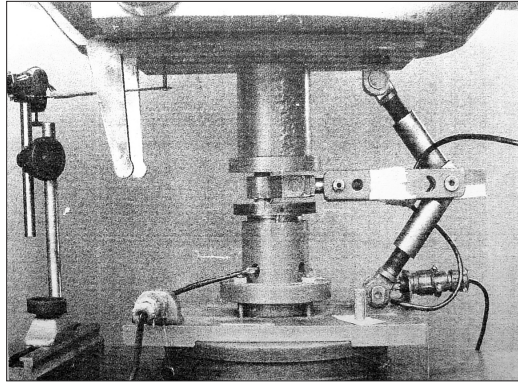


Rys. 1. Schemat oddziaływania sił tarcia w procesie wytłaczania z dociskaczem

stempli jak również procesy tarcia. Praca dotyczy problemów symulacji i analizy zjawiska oporów tarcia w procesach obróbki plastycznej tj.: wytłaczanie, przetłaczanie, wyciąganie. Mimo tego, że tarcie w obróbce plastycznej odgrywa zarówno negatywną jak i pozytywną rolę jego znaczenie jest ogromne. Niekorzystne warunki tarcia w procesie wytwórczym powodują zwiększone zużycie narzędzi, konieczność stosowania większych sił jak i powodują nierównomierność odkształceń w wyrobach końcowych. W niektórych przypadkach niewłaściwy dobór współczynnika tarcia może uniemożliwić przebieg całego procesu [1, 2].



Rys.2. Rozkład sił na powierzchni blachy analizowanego wycinku wytłoczki A



Rys. 3. Widok stanowiska badawczego

STANOWISKO BADAWCZE I METODYKA BADAŃ

W procesach wytłaczania należące do obróbki plastycznej na zimno występują zróżnicowane warunki tarcia i inne prędkości badanych punktów po obu stronach odkształcanego elementu (rys. 1). Różnica prędkości, rozkład sił i prędkości została pokazany na wycinku próbki na rysunku 2.

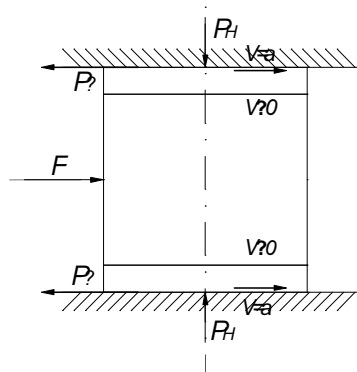
Zaprojektowane w Katedrze Podstaw Techniki stanowisko badawcze do modelowania procesów tribologicznych umożliwia badanie oporów tarcia w warunkach procesu spęczania. Widok stanowiska został pokazany na rysunku 3.

Przedstawione urządzenie służy do badania oporów tarcia metali, w szczególności gdy jeden z elementów pary trącej doznaje odkształceń plastycznych (układ tribologiczny sztywno-plastyczny). Urządzenie umożliwia modelowanie procesów tarcia w warunkach zbliżonych do panujących. Zapewnia ono możliwość prowadzenia badań w warunkach nacisku normalnego i przesuwania materiału po narzędziu. Możliwe jest badanie sił spęczania i stycznych działających na powierzchni styku. Przedstawione urządzenie umożliwia jednocześnie pomiary nacisków i przemieszczeń przy działaniu siły normalnej i stycznej. Uwzględnia również zmianę prędkości przesuwania poziomego materiału w modelowanych procesach obróbki plastycznej.

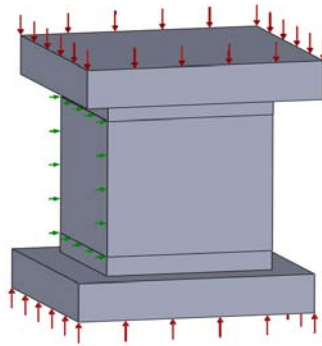
Urządzenie składa się z dwóch płyt 1 i 2, do których mocowane są wymienne płyty robocze 6 i 7, pomiędzy którymi zamocowana jest próbka 3 materiału badanego. Otoczona jest ona obejmą 8 złączoną poprzez wymienne cięgło 5 z dwoma śrubami 4 połączonymi przegubowo z cięgłem 5 oraz płytkami 1 i 2 urządzenia, przy czym na cięgło 5 i przy płycie 2 naklejo tensometry. Powierzchnia boczna próbki jest styczna z uchwytem opaski.

Po wykonaniu badań w warunkach laboratoryjnych wykonano analizę numeryczną omawianego w pracy zjawiska wytłaczania.

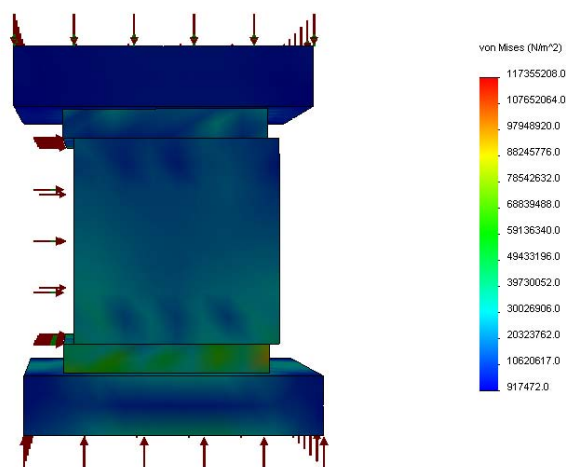
Modelowanie procesów obróbki plastycznej w tym wypadku wytłaczania uwarunkowane jest koniecznością tworzenia zestawów kontaktowych między badanymi płasz-



Rys. 4. Stan rozłożenia przyłożonych sił i powstałych oporów tarcia dla badanej próbki



Rys. 5. Widok modelu badawczego z określonymi warunkami brzegowymi



Rys. 6. Stan naprężeń wyznaczony za pomocą MES

czynnymi z uwzględnieniem współczynników tarcia charakterystycznych dla poszczególnych materiałów [3, 4].

Stan rozłożenia oporów tarcia został pokazany na rysunku 4. Schemat ten posłużył do stworzenia modelu badawczego wykorzystanego w MES. Stworzony model trójwymiarowy wraz z określonymi warunkami brzegowymi pokazano na rysunku 5.

Wykorzystanie MES pozwoliło określić jak zachowa się model badawczy względem zadanych stanów obciążeń. Dzięki temu uzyskano gradient naprężeń w badanej próbce oraz określono obszary przemieszczeń tłoczonego materiału (rys. 6).

Przeprowadzenie badań przyjętego układu w procesie przemieszczenia i odkształcenia próbki daje możliwość analizy procesu wytłaczania. Ważnym aspektem zastosowania modelowanych obiektów jest możliwość ich współpracy z Metodą Elementów Skończonych oraz określanie oporów tarcia między współpracującymi płaszczyznami. Wykonanie analizy numerycznej pozwala na indywidualne rozpatrywanie badanego zjawiska oraz przeprowadzenie serii badań z możliwością przyjmowania różnorodnych warunków brzegowych, jak np. nacisk prasy, odległość pracy suwaka, określenie cech materiałowych tłoczonej blachy itp. [3, 4].

WNIOSKI

Metoda MES może być wykorzystywana do teoretycznego określenia wielkości przewidywanych odkształceń w warunkach obróbki plastycznej z uwzględnieniem zachowanych praw tarcia ślizgowego. Stosowanie przybliżonych warunków brzegowych niecałkowicie odzwierciedlających współpracę elementów w warunkach rzeczywistych może powodować uzyskanie rezultatów odbiegających od wyników pomiarów laboratoryjnych.

Metodę tą zastosowano do badania zjawisk oporów tarcia w procesach tłoczenia blach. Zaletą takiego modelowania jest możliwość wielokrotnego eksperymentowania z różnymi warunkami procesu. Wybór parametrów obliczeń związany jest ze stworzeniem warunków jak najbardziej odpowiadających warunkom doświadczalnym.

PIŚMIENNICTWO

1. Lenik K., Pashechko M., Dziedzic K., Barszcz M. 2009. Stanowisko do oceny przydatności płynnych środków smarnych w modelowych warunkach procesu wytłaczania. *Zaawansowana Tribologia*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom: 69–74.
2. Lenik K., Borowski G. Stanowisko do badania procesów tarcia. Patent WUP PL-170088B1.
3. Romanowski P. *Poradnik obróbki plastycznej na zimno*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1976.
4. Lenik K., Korga S. Wykorzystanie MES do modelowania procesów tarcia w warunkach odkształceń plastycznych. *International Scientific Journal – Amme*, luty 2010: 121–124.

MODELING OF FRICTION RELUCTANSE TO CERTAIN CONDITIONS REDRAWING, CLINCHING AND EXTRUDE PROCESSES

Summary

Finite element method was applied in elaboration of the numerical model of the extrusion process. The completion of the analyzed process depends on the necessity of detailed description of cooperation conditions with the modeled object. In the presented case the assumed frictional model is of great importance for the obtained calculation results. The important aspect of the modeled object applications is the possibility to use Finite Element Method. The numerical analysis provides individual consideration of investigated phenomena but at the same time requires some verification of boundary conditions. The application of this method can be treated as the use for the examination of slide friction phenomena during plastic working. The advantage of this modeling is the possibility to perform numerous experiments at different process conditions. Despite the fact that the constructed model is simplified, the choice of computational parameters is connected to the creation of conditions which are very close to the experimental ones. The Finite Element Method can be successfully used for theoretical determination of expected strain in conditions of plastic working with the consideration of slide friction laws.