

Ćwiczenie 5

Prasowanie kształtek wytrzymałościowych z termoodpornych polimerów

Cel ćwiczenia:

Zapoznanie się z prasowaniem jako metodą formowania materiałów polimerowych oraz wpływem warunków prasowania na właściwości mechaniczne wypraski.

1.1. Prasowanie

Formowanie przez prasowanie jest to metoda zagęszczania ziarnistych układów występujących jako bezpostaciowa masa ziarnista za pomocą jednoosiowego lub wieloosiowego obciążenia ściskającego.



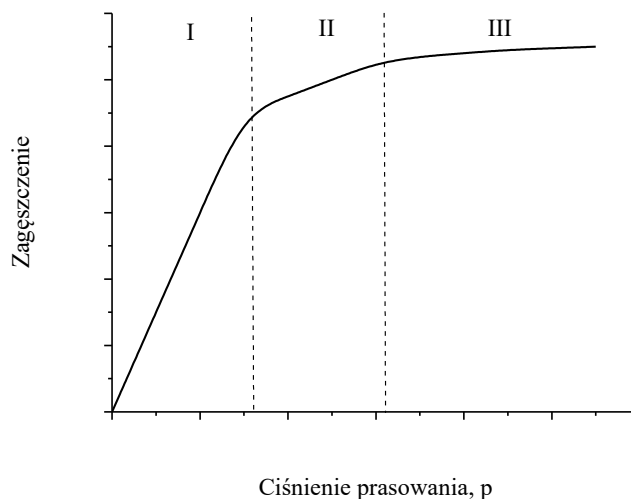
1.2. Zachowanie się proszków pod wpływem zewnętrznego ciśnienia

Nasypany do formy proszek zapełnia część jej objętości. Pomiedzy stykającymi się punktowo lub na niewielkich powierzchniach ziarnami proszku powstają puste przestrzenie, a ponadto podczas nasypywania część ziaren zaklinowuje się wzajemnie tworząc tzw. mostki. Przyłożony z zewnątrz nacisk formujący powoduje przesunięcie jednych ziaren

względem drugich, co określa się jako poślizg masy prasowalniczej. Przemieszczenie cząstek masy w formie prowadzi do zagęszczenia.

W procesie zagęszczania przez prasowanie można wyróżnić trzy etapy, które przedstawiono na rys. 1:

- 1) W pierwszym etapie prasowania, zachodzącym przy niskich ciśnieniach, występują zjawiska prowadzące do gęstego upakowania ziaren proszku. Wyróżnić można: przegrupowanie cząstek przez poślizg nieuporządkowanych ziaren względem siebie, obrót cząstek, załamanie mostków połączone z zapełnianiem dużych pustek. Ziarna wzajemnie zbliżają się do siebie, co powiększa oddziaływanie sił adhezji. Powstaje układ o wysokim stopniu koordynacji. Równocześnie na skutek zbliżenia cząstek oraz odkształceń trwałych nierówności powierzchni ziaren, powiększa się powierzchnia ich styku. Pojawia się także początkowe zakleszczenie mechaniczne ziaren, szczególnie w przypadku granul o rozwiniętej powierzchni.
- 2) Dalszy wzrost ciśnienia prowadzi do intensyfikacji zjawisk charakterystycznych dla drugiego etapu procesu prasowania, które w mikroobszarach rozpoczynać się już mogą w pierwszym etapie. Są to odkształcenia plastyczne i sprężyste ziaren proszku, rozdrobnienie aglomeratów oraz początek pękania i kruszenia ziaren. Postępuje dalsze upakowanie ziaren i zapełnienie pustek okruchami. Zagęszczanie nieznacznie wzrasta ze wzrostem ciśnienia.
- 3) W trzecim etapie, przy dalszym wzroście ciśnienia, ze względu na daleko już posunięte zagęszczenie, możliwe jest tylko nieznaczne przemieszczenie ziaren. Następuje dalsze kruszenie cząstek pierwotnych. Nawet znaczne przyrosty ciśnienia powodują nieznaczny wzrost zagęszczenia.



Rys.1. Zagęszczenie półfabrykatu ceramicznego w zależności od ciśnienia prasowania. I – zagęszczenie przez procesy poślizgu i przegrupowania, II – zagęszczenie przez rozdrabnianie aglomeratów, plastyczne odkształcanie i rozpoczynające się kruszenie cząstek pierwotnych, III – nieznaczne przemieszczenia ziaren, dalsze kruszenie cząstek pierwotnych.

1.3. Przygotowanie proszków do prasowania

O powodzeniu procesu prasowania w znacznym stopniu decyduje kształt i wielkość ziaren proszku. Bardzo drobny proszek trudno się formuje, a w wyprasce występują prawie zawsze błędy teksturalne. Użycie do prasowania masy złożonej z ziaren grubszych (granul), pozbawionej frakcji najdrobniejszej, znacznie zmniejsza niebezpieczeństwo wystąpienia pęknięć. Wynika stąd konieczność wprowadzenia granulowania w celu uzyskania masy prasowalniczej o pożądanej wielkości, gęstości i kształcie granul. Granulacja drobnodziarnistych proszków ma następujące cele: otrzymanie granul pozbawionych porów, zawierających powietrze, czyli wstępne zagęszczenie proszku, polepszenie sypkości masy do prasowania (osiągane m.in. przez zlikwidowanie frakcji pyłowych w procesie granulowania), zwiększenie przepuszczalności powietrza masy do prasowania, co ułatwia jego usuwanie podczas prasowania. Najprostszym sposobem sporządzenia granulowanej masy prasowalniczej jest nawilżenie sproszkowanej masy, a następnie przetarcie na przecieraku sitowym. W przemyśle ceramicznym granulaty otrzymuje się przez bezpośrednie suszenie rozpyłowe gęstw (np. zawiesin po mokrym przemiale w młynie kulowym) w odpowiednich urządzeniach suszarniczych. Rozpylenie cieczy polega na wytworzeniu cienkich strumyków o bardzo małym przekroju, które pod działaniem napięcia powierzchniowego ulegają rozerwaniu na drobne kropelki. W procesie takim materiał w stanie ciekłym rozpylony jest w komorze suszarniczej,

przy jednoczesnym wprowadzaniu do tej komory gorącego czynnika suszącego. Wilgoć w kontakcie z czynnikiem suszącym ulega szybkiemu odparowaniu z rozproszonych kropli gęstwy, natomiast materiał wysuszony otrzymywany jest w postaci aglomeratów.

1.4. Prasowanie jednoosiowe

Prasowanie z sypkich proszków o zawartości wilgoci do 8% realizuje się w twardych sztywnych, metalowych formach o bardzo gładkich ścianach, przy zastosowaniu zewnętrznego ciśnienia. Stosowane są wysokie ciśnienia prasowania, powyżej 30MPa, a niekiedy nawet do 200 MPa. Metoda formowania przez prasowanie wykazuje wiele zalet. Daje możliwość uzyskania wysokiego stopnia zagęszczenia wyprasek, umożliwia formowanie kształtek z mas nieplastycznych, daje wypraski o dobrych właściwościach technologicznych: dokładności wymiarów, ostrości krawędzi. Wypraski mają małą wilgotność, co w wielu przypadkach pozwala na wyeliminowanie procesu suszenia. Prasowanie jest metodą o dużej wydajności, a równocześnie o małej ilości odpadów. Proces formowania przez prasowanie pozwala na szerokie wprowadzenie mechanizacji i automatyzacji. Natomiast ograniczeniem tej metody prasowania jest uzyskiwanie w miarę prostych geometrycznie kształtów.

Ze względu na kierunek przykładanego ciśnienia prasowanie jednoosiowe dzielimy na prasowanie jednoosiowe jednostronne i prasowanie jednoosiowe dwustronne.

W procesie prasowania jednostronnego granulat w formie poddawany jest naciskowi z jednej strony. Proces prasowania dwustronnego polega na poddawaniu masy prasowalniczej działaniu jednokierunkowego ciśnienia, jednak z dwóch przeciwnych stron. Prasowanie dwustronne daje bardziej równomierne zagęszczenie proszku niż prasowanie jednostronne, szczególnie w przypadku dużej wysokości kształtki.

W procesie prasowania jednokierunkowego istotny wpływ na proces zagęszczania mają:

- ciśnienie prasowania,
- zawartość wilgoci w masie,
- dodatki poślizgowe wprowadzone do masy.

Podczas przemieszczania i poślizgu ziaren masy w procesie prasowania występuje tarcie tychże ziaren o ściany formy, określane jako tarcie zewnętrzne oraz tarcie między ziarnami określane jako tarcie wewnętrzne. Występuje także sprężyste odkształcenie ziaren. Zjawiska te prowadzą do strat energii, a zatem i do strat ciśnienia wynikających ze spadku siły prasowania na drodze prasowania. W efekcie otrzymuje się wypraski nierównomiernie zagęszczone. Te

nierównomierności zagęszczenia określane są w praktyce przemysłowej mianem tekstur prasowania i stanowią szczególnie trudny technologicznie problem prasowania.

Pewne zmniejszenie strat ciśnienia, a co za tym idzie, i pewną równomierność zagęszczenia można osiągnąć, przestrzegając określonych wymagań technologicznych:

A. Właściwego zaprojektowania kształtu wypraski, ze względu na przebieg prasowania. Korzystne są kształty, w których H/D (H - wysokość wypraski, D - średnica) jest jak najmniejsze. Przekroczenie wysokości jednej trzeciej średnicy kształtki pociąga już za sobą znaczące straty ciśnienia, prowadzące do znacznych niejednorodności zagęszczenia.

B. Dla każdego rodzaju masy, w zależności od jej właściwości, a także od wielkości ciśnienia, istnieje najkorzystniejsza zawartość wilgoci. Przy tej wilgotności występuje najlepsza prasowalność oraz największe zagęszczenie wypraski.

C. Zwiększenie zagęszczenia oraz lepsze sprasowanie uzyskuje się wprowadzając środki poślizgowe. Środki poślizgowe ułatwiają poślizg cząstek względem siebie oraz względem ścian formy, a tym samym zmniejszają zewnętrzne i wewnętrzne tarcie. Ponadto środki poślizgowe ułatwiają wypchanie uformowanej wypraski z formy. Jako czynne środki poślizgowe stosuje się np. nienasycone kwasy tłuszczowe. Przylegają one do ziaren oraz do ścian formy, tworząc warstewkę smarującą. W wielu przypadkach stosuje się nie jeden środek, ale kompozycję kilku, o różnych właściwościach (np. olej rycynowy, stearynian cynku i inne). Łączne działanie składników kompozycji daje korzystny wpływ na proces prasowania.

1.5. Prasowanie izostatyczne

Prasowanie izostatyczne jest metodą, w której ciśnienie jest przykładane równomierne ze wszystkich stron do prasowanej kształtki za pośrednictwem ciekłego medium oddzielonego od kształtki elastyczną przegrodą, spełniającą rolę matrycy. Jako materiał na formy używa się: gumę syntetyczną, poliuretan, żywicę silikonową, a na elementy zamykające matrycę - stal kwasoodporną.

Jest to technika do pewnego stopnia rozwiązująca problem niejednorodnej gęstości, która występuje przy prasowaniu osiowym. Podstawową zaletą prasowania izostatycznego jest duża efektywność zagęszczania wynikająca ze stosowania wysokich ciśnień (do 1500 MPa), które działają równomiernie na całą powierzchnię zewnątrz proszku. W metodzie tej brak jest sił tarcia proszku o ściany formy, co polepsza jednorodność wyprasek.

2. Wykonanie ćwiczenia

2.1. Formowanie kształtek

Formowanie kształtek polega na sprasowaniu granulatu w odpowiednich formach metalowych.



Przygotować materiał do badań:

- 15 g poli(tetrafluoroetyleny),
- 10% mas. środka smarnego.

Po odważeniu odpowiednich ilości całość kompozycji wymieszać i kolejno umieścić w formie metalowej. Próbkę należy prasować w zakresie od 5 do 20 ton. Dla każdej siły, temperatury i czasu prasowania należy wykonać 5 próbek.

Po prasowaniu należy obliczyć gęstość pozorną wyprasek na podstawie pomiarów masy i objętości. Należy zachować odpowiednią kolejność ważenia i mierzenia wymiarów próbek. Próbkę najpierw waży się a następnie mierzy się ich odpowiednie wymiary mikrometrem, aby nie wprowadzać błędów oznaczania masy spowodowanych wykruszaniem się próbek pod wpływem kontaktu z mikrometrem.

Wykonać badanie twardości otrzymanych próbek oraz próbek porównawczych (otrzymanych w procesie prasowania, 200 N).

3. Zagadnienia do opracowania

3.1. Przygotowanie proszków do prasowania.

3.2. Zachowanie się proszków pod wpływem zewnętrznego ciśnienia.

- 3.3. Rola środków pomocniczych w prasowaniu.
- 3.4. Rodzaje prasowania.
- 3.5. Pulweryzacja tworzyw sztucznych.
- 3.6. Politetrafluoroetylen (produkcja, właściwości, zastosowanie).
- 3.7. Prasowanie wstępne tworzyw sztucznych (tabletkowanie).

4. Literatura uzupełniająca:

1. Pielichowski Jan J., Puszyński Andrzej A., „*Technologia tworzyw sztucznych*”, WNT Warszawa,
2. Elżbieta Młodzianowska, Ryszard Steller, „*Pulweryzacja wybranych mieszanin tworzyw termoplastycznych*”, Polimery 2011, 56, nr 4.
3. Florjańczyk. Z., Penczek S. (red.), „*Chemia polimerów*”, tom II, Wyd. Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002
4. Żuchowska D., „*Polimery konstrukcyjne*”, WNT, Warszawa, 1999
5. E. Hałasa, M. Heneczkowski, „*Wprowadzenie do inżynierii termoodpornych materiałów polimerowych*”, Oficyna Wydaw. Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2007,
6. R. Sikora, „*Przetwórstwo tworzyw wielkocząsteczkowych*”, WEZD, Warszawa 1993,
7. Tomasz Rusiecki, Ryszard Steller, „*Pulweryzacja materiałów polimerowych metodą wytłaczania ścinającego w stanie stałym*”, POLIMERY 2002, 47, nr 3
8. Elżbieta Młodzianowska, Ryszard Steller, „*Pulweryzacja wybranych mieszanin tworzyw termoplastycznych*”, POLIMERY 2011, 56, nr 4.