



Wpływ ciśnienia docisku na własności mechaniczne polietylenu niskiej gęstości

W. Pawężowski^a, Ł. Wierzbicki^b

^a Student kierunku Nanotechnologia i Technologie Procesów Materiałowych, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska,
email: pawwojtek1992@gmail.com

^b Zakład Przetwórstwa Materiałów Metalowych i Polimerowych, Instytut Materiałów Inżynierskich i Biomedycznych, Wydział Mechaniczny Technologiczny, Politechnika Śląska,
email: lukasz.wierzbicki@polsl.pl

Streszczenie: W artykule przedstawiono wyniki badań wpływu ciśnienia docisku, podczas wtryskiwania, na własności mechaniczne polietylenu niskiej gęstości. Badano wytrzymałość, moduł Younga, wytrzymałość i odkształcenie przy zerwaniu uzyskanych próbek wiosłkowych.

Abstract: This paper presents the results of the influence of Holdping pressure during the injection on the mechanical properties of low density polyethylene. Were tested strength, Young's modulus, strength and strain at break obtained paddle-shaped samples.

Słowa kluczowe: ciśnienie docisku; wtryskiwanie, własności mechaniczne

1. WPROWADZENIE

Proces wtryskiwania jest metodą otrzymywania gotowych wyrobów z tworzyw termoplastycznych lub termoutwardzalnych. Jest jedną z dwóch dominujących technik przetwórstwa tego rodzaju materiałów. Wtryskiwanie jest podstawowym procesem wytwarzania z tworzyw sztucznych gotowych wyrobów o masie od 0.01 g nawet do 70 kg.

Wtryskiwanie jest cyklicznym procesem, w którym tworzywo polimerowe, w postaci granulatu, jest podawany z pojemnika do ogrzewanego cylindra. W cylindrze jest on uplastyczniony, a następnie pod działaniem siły wywieranej na ślimak jest wtryskiwany do formy. Po wytryśnięciu materiału do formy trwa faza docisku.

W fazie docisku uzupełniany jest ubytek skurczowy tworzywa wynoszący do 20% objętości wtryskiwania. Docisk trwa aż do chwili zakrzepnięcia przewęzek w formie [1].

Tworzywo zestala się w formie w niskiej lub podwyższonej temperaturze co jest zapewnione odpowiednim systemem chłodzącym lub grzejnym, i jest zależne od rodzaju wtryskiwanego tworzywa. Zestalone tworzywo usuwane jest z formy w postaci wypraski po czym cykl zaczyna się od nowa.

Do najważniejszych parametrów procesu wtryskiwania zalicza się temperaturę, ciśnienie oraz czas.

W celu spowodowania płynięcia tworzywa w cylindrze wtryskowym należy oprócz doprowadzenia ciepła wytworzyć siły dające naprężenie ścinające. W konsekwencji należy więc działać na tworzywo polimerowe ciśnieniem, które jest w stanie przemieścić w cylindrze materiał plastyczno-płynny i następnie wtrysnąć go do formy. Ciśnienie w układzie cylinder wtryskowy - forma dzieli się na:

- ciśnienie wtrysku P_w - największe ciśnienie tworzywa panujące w cylindrze wtryskowym na czole ślimaka podczas wypełniania formy,
- ciśnienie docisku P_d - ciśnienie tworzywa na czole ślimaka wtryskowego podczas uzupełniania ubytków skurczowych tworzywa w formie,
- ciśnienie spiętrzenia (przeciwiśnienie) P_s - ciśnienie tworzywa w przedniej części cylindra podczas pobierania surowca przez obracający się ślimak.

2. BADANIA

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki badań próbek wykonanych na wtryskarce Krauss Maffei Classix CX 50-180. Wykorzystanym tworzywem był polietylen niskiej gęstości LDPE Malen E FGX, 23-D022.

Materiał był uplastyczniany w cylindrze wyposażonym w cztery strefy grzewcze i o ogrzewaną dyszę wtryskową. Poszczególne strefy grzewcze, zaczynając od kołnierza miały kolejno zadane temperatury: 1 - 170 °C; 2 - 180 °C; 3 - 185 °C; 4 - 190 °C; dysza wtryskowa - 190 °C. Temperatura kołnierza wynosiła 40 °C.

Ciśnienie wtrysku wynosiło 80 bar. Droga docisku wynosiła 4 mm. Ciśnienie docisku, przy czasie docisku równym 3 s, wynosiło:

- dla serii nr 1 - 10 bar,
- dla serii nr 2 - 20 bar,
- dla serii nr 3 - 30 bar,
- dla serii nr 4 - 40 bar,
- dla serii nr 5 - 55 bar,
- dla serii nr 6 - 75 bar,
- dla serii nr 7 - 100 bar.

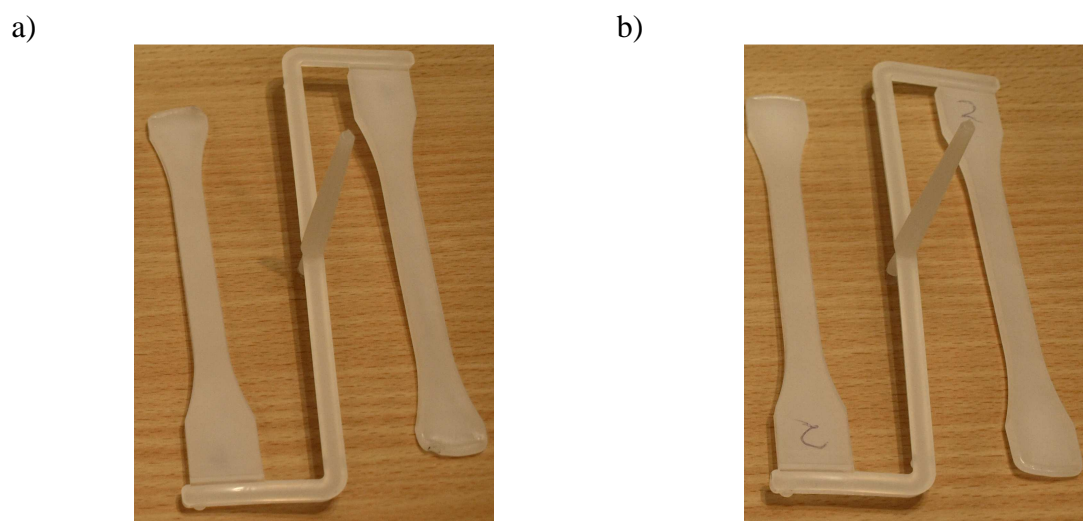
Objętość wtryskiwanego tworzywa była stała. Po wtrysnięciu tworzywa do dwugniazdowej formy, na próbki do badań wytrzymałości (tzw. wiosełka), było ono chłodzone przez okres 21 sekund w temperaturze 19 °C. Dla każdej serii, przy określonym ciśnieniu docisku, pobrano 5 próbek.

Po upływie 72 h próbki poddane były statycznej próbie rozciągania na maszynie Zwick/Roell Z020 zgodnie z normą PN-EN ISO 527-2. Moduł Young'a określony został przy prędkości trawersy wynoszącej 1 mm/min, a wytrzymałość przy prędkości 50 mm/min.

3. WYNIKI BADAŃ I ICH OMÓWIENIE

Zgodnie z normą PN-EN ISO 527-2 wynik badania stanowi wartość średnia z pięciu próbek pomiarowych dla danego materiału.

Próbki serii 1 i 2 były niepoprawnie wtrysnięte (rys. 1). Niskie ciśnienie docisku nie pozwoliło w pełni uformować wyprasek. Końce „wiosełek” nie zostały w pełni ukształtowane.

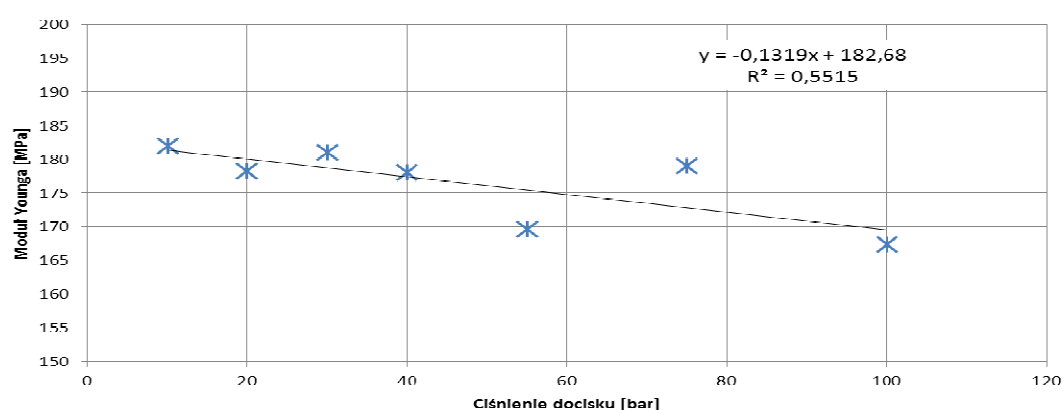


Rysunek 1. Defekty próbek z serii 1 (a) i serii 2 (b)

Figure 1. Defects of the 1st series samples (a) and 2nd sample series (b)

Na rysunku 2 pokazano wykres zależności modułu Younga od ciśnienia w fazie docisku. Wyniki badań nie wykazują bardzo znaczących zależności statystycznych między ciśnieniem docisku a modułem Young'a. Trend jaki można zauważyć jest spadkowy - wraz z wzrostem ciśnienia docisku spada wartość modułu Younga. Moduł wszystkich przebadanych próbek mieścił się w wartościach od 155 do około 180 MPa.

Rysunek 3 przedstawia wykres zależności ciśnienia docisku od wytrzymałości maksymalnej wyznaczonej w próbie statycznego rozciągania. Zależność statystyczna w tym przypadku ma bardziej złożony charakter. Uzyskana wartość średnia wytrzymałości dla najniższego ciśnienia docisku, to jest 10 bar, wynosi 10.78 MPa i jest to wartość najniższa. Przy 20 barach ciśnienia docisku zauważa się znaczący wzrost wytrzymałości. Dalszy wzrost ciśnienia docisku powoduje spadek wartości wytrzymałości.



Rysunek 2. Wykres zależności modułu Younga od ciśnienia docisku

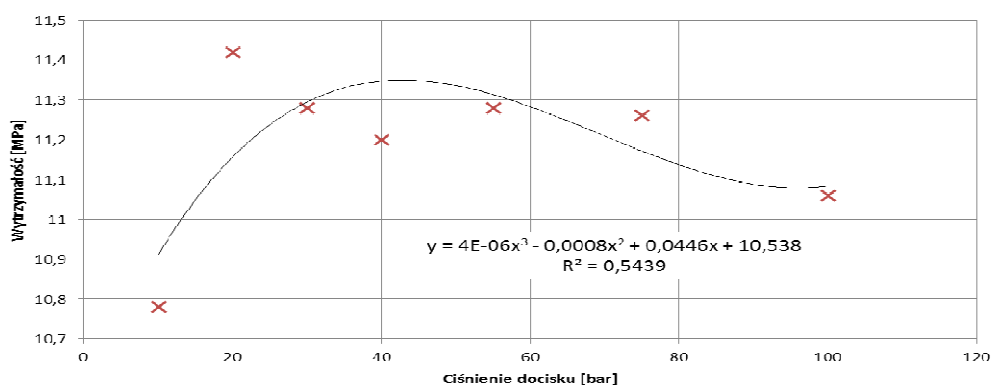
Figure 2. The Graph of the dependence of Young's modulus from holding pressure

Porównywano, także inne własności mechaniczne, możliwe do określenia w próbie rozciągania, takie jak wytrzymałość przy zerwaniu czy wydłużenie przy zerwaniu, jednakże

porównania te nie dały precyzyjnej odpowiedzi czy ciśnienie docisku ma jakikolwiek wpływ na te właśnie własności.

Wytrzymałość na zerwanie przy niskim ciśnieniu jest najmniejsza, następnie szybko rośnie, w okolicach wartości nominalnej ciśnienia docisku dla maszyny osiąga maksimum, a następnie powoli opada do wartości 40 bar, by następnie przy wartości 55 bar wzrosnąć i ponownie znacząco spadać wraz z wzrostem ciśnienia docisku.

Wydłużenie jedynie dla próbek nr 1 jest zauważalnie mniejsze niż pozostałych próbek, które przyjmują wartości od około 72 do 86 %. Wydłużenie przy zerwaniu podlega identycznej zasadzie, a wyniki są większe o niecałe 10 %.



Rysunek 3. Wykres zależności wytrzymałości od ciśnienia docisku

Figure 3. The Graph of the dependence of strength from holding pressure

4. WNIOSKI

Przedstawione wyniki badań pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- Ciśnienie docisku w istotny sposób wpływa na prawidłowe wypełnienie gniazd formujących tworzywem polimerowym.
- Wartość modułu Younga spada wraz z wzrostem ciśnienia docisku.
- Największą wytrzymałość maksymalną zaobserwowano przy ciśnieniu docisku 20 bar.
- Zmiana ciśnienia docisku wpływa w sposób niejednoznaczny na wartości wytrzymałości materiału.
- Wydłużenie jest niewielkie jedynie dla próbek wykonanych przy bardzo niskim ciśnieniu; utrzymując się w podobnych granicach dla próbek wykonanych przy wyższych ciśnieniach. Identyczna zależność dotyczy wydłużenia przy zerwaniu.
- Planuje się dalsze badania własności mechanicznych wyprasek w zależności od wzajemnych proporcji ciśnienia wtryskiwania i ciśnienia docisku.

LITERATURA

1. K. Wilczyński, Przetwórstwo tworzyw sztucznych, Oficyna wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2000.
2. C.A. Harper, Handbook of Plastic Processes, John Wiley & Sons, Inc. 2006.
3. Seachtling, Tworzywa Sztuczne, WNT, Warszawa 2005.