

Prędkość wtrysku

Prędkość wtrysku jest to prędkość, z jaką ślimak porusza się liniowo, aby wtrysnąć uplastycznione tworzywo do formy wtryskowej. Lepkość tworzywa wtryskiwanego i temperatura topnienia są ze sobą odwrotnie proporcjonalne. Gdy tworzywo przepływa przez chłodną formę wtryskową – temperatura stopu maleje, a lepkość wzrasta. W tym miejscu niezbędne jest zrozumienie różnicy w zakresie temperatur przetwarzania tworzyw częściowo krystalicznych i amorficznych (rys. 1).

Adam Sobczyński
Ascons

Zakres temperatury przetworstwa tworzyw częściowo krystalicznych jest wąski w odróżnieniu do tworzyw amorficznych. Podczas wtrysku tworzywa częściowo krystalicznego do formy, temperatura czoła płynącego materiału nie może spaść poniżej dopuszczalnego zakresu przed wypełnieniem gniazda formującego. Ten wąski zakres przetworstwa polimerów częściowo krystalicznych powoduje, że musi być ono możliwie szybko wtryskiwane do formy.

Tworzywa amorficzne mają szeroki zakres temperatur przetworstwa i z tego powodu dopuszczalne są powolne prędkości wtrysku pod warunkiem, że front płynącego stopu pozostaje powyżej minimalnej temperatury przetworstwa.

Naprężenia ścinające i szybkość ścinania

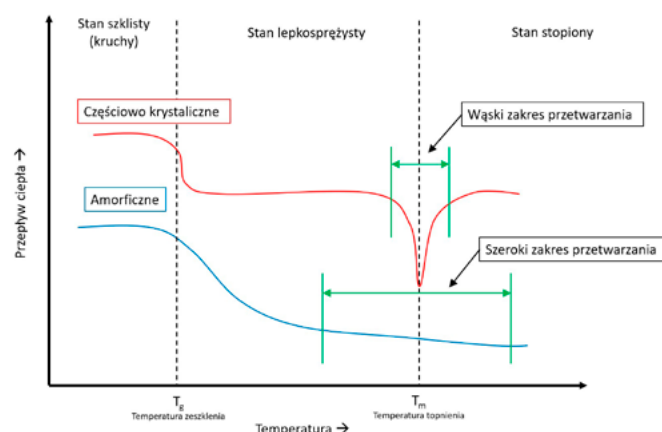
Podczas wtryskiwania tworzywo do formy należy uważać, żeby nie przekroczyć dopuszczalnych naprężeń ścinających oraz maksymalnej prędkości ścinania. Obie wartości są specyficzne

dla przetwarzanego materiału (rys. 2), a ich weryfikację możemy wykonać z pomocą programów do symulacji procesu wtrysku (np. Moldflow) (rys. 3, rys. 4).

Przy małych średnicach przewęzek i dużych prędkościach wtrysku bardzo łatwo będzie osiągnąć maksymalne dopuszczalne wartości naprężeń i szybkości ścinania. Stanowi to ryzyko uszkodzenia łańcuchów polimerowych i utraty własności tworzyw sztucznych.

Warstwa zakrzepnięta

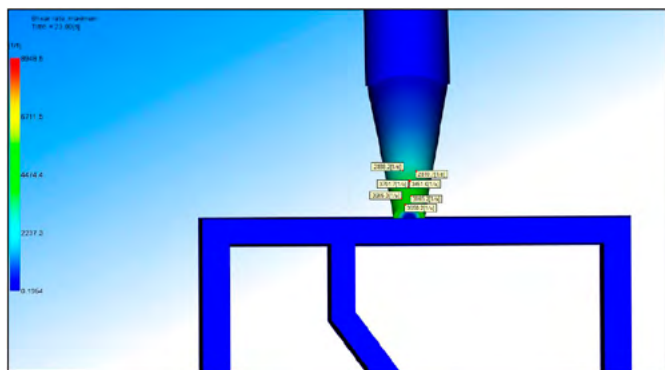
Podczas przepływu tworzywa na powierzchni gniazda formującego tworzy się warstwa zakrzepnięta, która ogranicza pole przekroju przepływu. Wynika to z zastygnięcia przyściennej warstwy tworzywa. Stosowanie niskich prędkości wtryskiwania powoduje nadmierny wzrost ciśnienia w gnieździe i utrudnia jego wypełnienie (rys. 5).



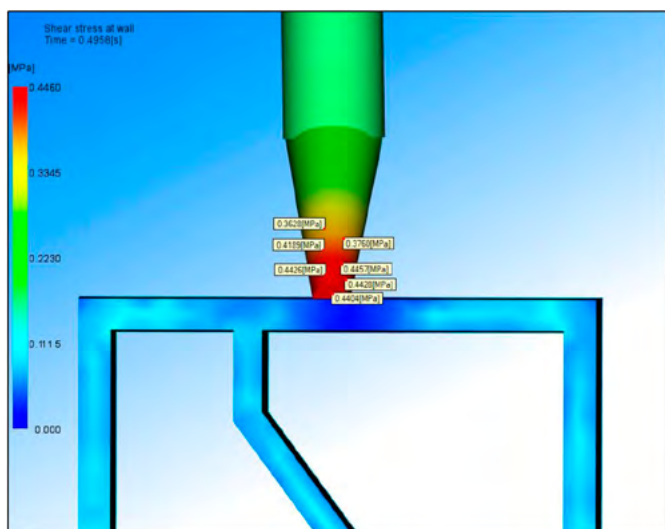
Rys. 1 | Zakresy temperatur przetwarzania tworzyw częściowo krystalicznych i amorficznych

| | |
|----------------------------|------------------|
| Plastic material | ABS |
| Supplier | Toray Industries |
| Trade name/Grade | Toyolac 100 188 |
| Material structure | Amorphous |
| Mould temperature (°C) | 25-80 |
| Melt temperature (°C) | 200-280 |
| Maximum shear stress (MPa) | 0.28 |
| Maximum shear rate (1/s) | 12000 |
| Ejection temperature (°C) | 88 |

Rys. 2 | Dane techniczne przykładowego tworzywa ABS
(źródło: https://www.researchgate.net/figure/Material-properties-of-ABS-plastic_tbl1_320063283)



Rys. 3 | Maksymalna szybkość ścinania w przewężce (źródło: opr. własne)



Rys. 4 | Naprężenia ścinające (źródło: opr. własne)

Jeżeli do produkcji wykorzystujesz materiał, który ma niską lepkość, to nie używaj nadmiernej prędkości wtrysku. Duża prędkość wtrysku przy niskiej lepkości tworzywa generuje wysoką szybkość ścinania i tworzywo może osiągnąć temperaturę degradacji.

Profilowanie prędkości wtrysku

Nowoczesne maszyny mają możliwość stosowania nawet 10 stopni do profilowania prędkości. Czy to oznacza, że wszystkie stopnie powinny być wykorzystane?

Odpowiedź na to pytanie jest jedna – ilość wykorzystywanych stopni profilowania powinna być możliwie najmniejsza. Zawsze zalecam próbować ustawiać wtrysk z wykorzystaniem stałej prędkości wtrysku i dopiero w razie potrzeby dodawać kolejny profil, np. w celu spowolnienia prędkości pod koniec wypełnienia gniazda formującego. Mała ilość punktów profilowania niesie za sobą kilka korzyści, np. łatwość ustawienia profilu na innej maszynie i osiągnięcie podobnego czasu wtrysku, niskie ryzyko niekontrolowanej zmiany prędkości wynikające z linearyzacji zaworu wtrysku.

Profilowanie jest zalecane dla wyrobów o skomplikowanej konstrukcji w celu osiągnięcia stałej prędkości płynięcia tworzywa w gnieździe.

Wtryskiwanie wolno-szybko-wolno jest zalecane w układach zimno kanałowych oraz układach hybrydowych (gorący kanał + zimny



Rys. 5 | Wpływ prędkości wtrysku i lepkości stopu na grubość warstwy zakrzepniętej (źródło: opr. własne)



Rys. 5 | Przykładowy profil wtrysku z wykorzystaniem dwóch stopni (źródło: opr. własne)

wlewek). Niska prędkość początkowa zmniejsza ryzyko powstania wady „jetting” oraz zmniejsza naprężenia występujące w przewężce. Zwolnienie prędkości na końcu drogi płynięcia zmniejsza ryzyko przypalenia oraz ułatwia dokładne przełączenie na fazę docisku.

Bezpośredni wtrysk z wykorzystaniem gorących kanałów daje możliwość wtrysku z większą prędkością początkową, ale koniec wypełnienia powinien być wolny z tego samego powodu co powyżej przedstawiony.

Podsumowanie

Prędkość wtrysku jest kluczowym parametrem w ustawianiu procesu wtrysku. Jak każdy inny parametr, zależy ona od wielu czynników. Ustawienie jej zbyt wolno, jak i zbyt szybko będzie miało wpływ na wyrób. Znajomość wszelkich czynników mających wpływ na jej optymalne ustawienie jest warunkiem koniecznym i wymaga wielu godzin doświadczenia przy pracy z wtryskarką. Przy programowaniu prędkości wtrysku zwracaj uwagę na to, z jakim tworzywem masz do czynienia, czy nie ma ryzyka przekroczenia dopuszczalnych naprężeń ścinających i prędkości ścinania, miej świadomość wpływu warstwy zakrzepniętej na przepływ tworzywa oraz świadomie wykorzystuj profilowanie prędkości. ■