



... inwestycja, która płaci Ci się z czasem

## OPTIMALIZACJA PROCESU WTRYSKU DZIĘKI ROZWIĄZANIU SINGLE TEMPERIERTECHNIK

# Alternatywna technologia temperaturowa (ATT) kontroluje właściwości wyprasek

Aktywna kontrola temperatury poprzez naprzemienne zmiany faz grzania i chłodzenia może zoptymalizować nie tylko reologiczne właściwości wyprasek, ale także ich morfologię bez wydłużania czasu cyklu. Potwierdziły to badania przeprowadzone na kołach zębatych.

**D**ynamiczna, cykliczna lub zmiennotemperaturowa kontrola procesu jest technologią polepszającą jakość wyprasek, która skupia coraz większą uwagę przetwórców tworzyw sztucznych. Zasadniczo, forma jest nagrzewana przed wtryskiem tworzywa - daje to korzystny efekt morfologiczny kształtowanych wyprasek, szczególnie na powierzchni granicznej.

W idealnym przypadku temperatura podnosi się w pobliżu lub powyżej temperatury krystalizacji polimeru. Ukierunkowana morfologia polimeru przynosi korzyści właściwości mechanicznych i tribologicznych.

### Dynamiczna kontrola procesu

Wypełnianie gniazda formy w podwyższonych temperatu-

rach ścian daje szereg korzyści w procesie formowania wtryskowego, również ekonomicznych, ponieważ:

- wykorzystuje fakt, iż niechłodzone lub grzane formy daje się łatwiej „napełnić” niż dobrze chłodzone;
- redukuje ciśnienie wtrysku oraz ciśnienie docisku;
- redukuje naprężenia ścinające polimeru;
- zmniejsza naprężenia wewnętrzne formowanych elementów optycznych;
- polepsza efekty powierzchniowe detali redukując efekt refleksji świetlnej wyprasek umożliwiając wyprodukowanie gładkich powierzchni o wysokim połysku (piano effect);
- zapewnia jednorodną orientację włókien szklanych elementów technicznych;

- wydłuża czas łączenia materiałów redukując widoczne linie łączenia;
- zmniejsza ryzyko naprężeń własnych wypraski;
- poprawia dokładność odwzorowania gniazda wypraski i jej stabilność (dokładność wymiarowa) zmniejszając skurcz przetwórczy i niekontrolowany skurcz wtórny.

W zmiennotemperaturowej kontroli procesu forma nie jest intensywnie chłodzona do wymaganej temperatury usuwania wypraski. Jako wynik jakość wyprasek zostaje polepszona bez wydłużania czasu cyklu. Metoda, którą zapewnia system ATT jest łatwiejsza do realizacji zmiany temperatury, gdzie w ramach istniejących kanałów chłodzących przechodzi na przemian zimne i gorące medium. Kontrola procesu wtryski-

wania wpływa nie tylko na wyżej wymienione właściwości reologiczne wyprasek, ale również na właściwości struktury wewnętrznej polepszając tym samym ich właściwości mechaniczne.

Zatem w przypadku polimerów krystalicznych wyższa temperatura formy prowadzi do zwiększenia sztywności i wytrzymałości z powodu większego stopnia krystalizacji. Dowodem na to są wyniki dostarczone przez badania na materiałach narzędziowych o różnym przewodnictwie cieplnym.

Kontrola temperatury formy pozwala również na uzyskanie lepszych właściwości tribologicznych. To fakt o szczególnym znaczeniu dla elementów maszyn, takich jak koła zębate. Najkorzystniejsze właściwości materiałów w takim przypadku uzyskuje się

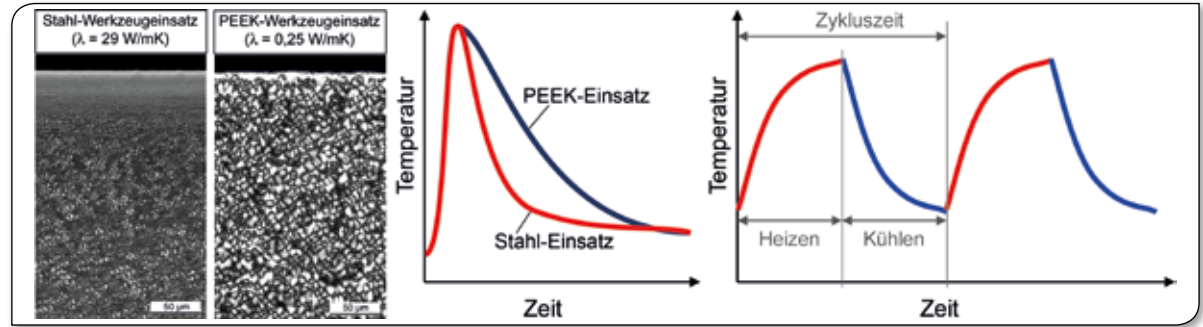
poprzez zwiększenie temperatury formy. Ekonomia procesu wymaga jak najkrótszych czasów cyklu. Systematyczne badania w Instytucie Technologii Polimerów na Uniwersytecie Eulengen - Nuremberg, Niemcy, pokazują, że kontrola zmiennotemperaturowa procesu wtrysku stawia w fizycznej sprzeczności potrzebę wysokich temperatur podczas wtrysku dla dobrej morfologii wypraski i konieczności niskiej temperatury dla uzyskania krótkich czasów cyklu.

W formie do kół zębatach z polioksometyleny (POM) zawarte płytki węgłowe są izolowane cieplnie od formy głównej.

Forma jest utrzymywana w stałej temperaturze dla zachowania stabilności procesu i tylko temperatura wkładek jest aktywnie sterowana. Wkładki te zostały zbudowane ze stali proszkowej w technologii Laser Cusing na podstawie danych projektowych. Połączenie izolacji z formy głównej z kanałami chłodzącymi sprzyja gwałtownym zmianom temperatury. Czujniki, znajdujące się blisko ściany gniazda dostarczają informacji o aktualnej temperaturze, dzięki czemu proces może być dokładnie kontrolowany ułatwiając synchronizację procesu wtrysku z fazą kontroli temperatury.

## Faza wtrysku – 150°C Faza usuwania wypraski – 70°C

Do zmiany temperatury w systemie ATT zastosowano układ regulacji (STWS 200, Single Temperiertchnik GmbH). System wykorzystuje wodę jako medium obiegowe, posiada funkcję grzania i chłodzenia oraz hydrauliczną stację zaworów umożliwiającą przełączanie obiegów. System posiada dwa oddzielne obiegi, w których woda utrzymywana jest w dwóch różnych temperaturach i może zapewnić naprzemienne grzanie i chłodzenie. W rezultacie zmiany temperatury o 80°C można



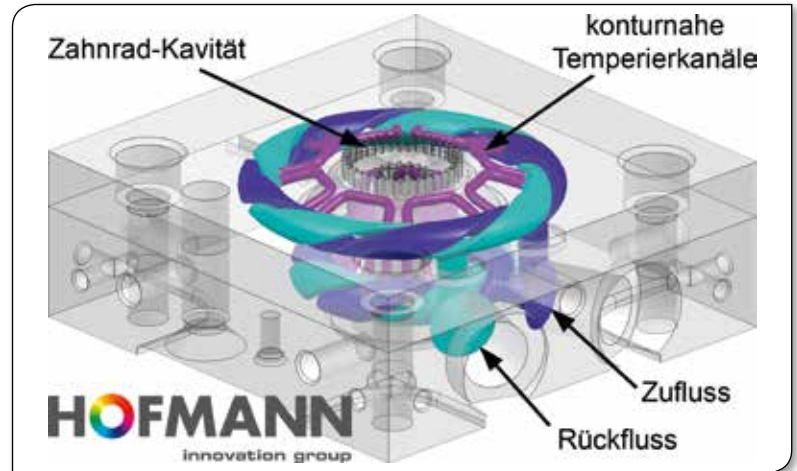
dokonać w czasie 10 s. Maszyna informuje sterownik stacji zaworów o temperaturze wody.

Dla POM użytego do badań (Hostaform C9021, Ticona GmbH) dynamiczna regulacja temperatury umożliwia zmianę temperatury formy aż do poziomu temperatury krystalizacji materiału. Wysoka temperatura ścianki gniazda pozwala uniknąć tworzenia się stref brzegowych niskiej krystaliczności, jednocześnie jednorodna struktura może stanowić całą część. Po wtrysku, podczas utrzymywania ciśnienia, następuje chłodzenie do 70°C, które umożliwia usunięcie wypraski z gniazda formy. Jako, że faza grzania i chłodzenia zajmuje w przybliżeniu taką samą ilość czasu, faza grzania zaczyna się po zakończeniu fazy chłodzenia poprzedniego cyklu.

## Poprawa morfologii

Temperatura gniazda formy znacząco wpływa na morfologię wypraski. Dla zaawansowanych termicznie wyprasek temperatura jest wspólna i wynosi 100°C.

Jedynym sposobem na uniknięcie tworzenia się warstwy granicznej, która ma inną mikrostrukturę, jest podniesienie temperatury do 140°C, co w rezultacie podwaja czas chłodzenia wypraski wydłużając znacznie czas cyklu. Przy zastosowaniu technologii zmiennotemperaturowej ATT wypraska może zostać usunięta z gniazda już po 20 s. Pomiar skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC) potwierdzają jednorodność struktury krystalicznej dla całej grubości zęba przekładni. Wypraski wytworzone przy użyciu



technologii ATT mają większą zdolność do krystalizacji, szczególnie w warstwie granicznej, niż wypraski formowane w temperaturze narzędzia 100°C oraz równomierny rozkład struktury krystalicznej.

## Podsumowanie i perspektywy

Ukierunkowana kontrola temperatury pozwala lepiej wykorzystać właściwości materiałów semikrystalicznych, optymalizuje i ujednolica mikrostrukturę i zapobiega powstawaniu „słabej” struktury warstwy granicznej. W przeciwieństwie do metod alternatywnych ATT sprzyja znacznej redukcji czasu cyklu. Wypraski wyprodukowane w tej technologii wykazują lepsze właściwości struktury zewnętrznej i wewnętrznej oraz zwiększając wierność odwzorowania gniazda. ATT oferuje ściślejszą kontrolę nad strukturą krystaliczną podczas procesu aktywnie wykorzystując relacje czasowe temperatury nukleacji oraz wzrostu kryształów poprzez wykorzystanie precyzyjnej kontroli temperatury. W szczególności w przypadku kół zęba-

tych o małych tolerancjach można poprawić właściwości mechaniczne, wytrzymałościowe i tribologiczne, takie jak obciążenie zębów koła przekładni. Dodatkowo system ATT poprawia znacznie jakość wizualną wyprasek przy jednoczesnym skróceniu czasu cyklu. ■

Źródła:  
Institute of Polymer Technology (LKT) in Erlangen.  
Single Temperiertchnik GmbH  
Hofmann Innovation Group

Master Colors Sp. z o.o.  
ul. Cybulskiego 37/8  
50 - 205 Wrocław  
tel.: (71) 350 05 25  
fax: (71) 350 03 38  
biuro@mastercolors.com.pl

