

Odlewy na osnowie szkieł metalicznych o sterowanym stopniu krystaliczności i podwyższonej plastyczności

Popularnonaukowe streszczenie projektu

Odlewy ze stopów metali stanowią ważną część przemysłu wytwórczego, począwszy od odlewów artystycznych do wykonywanych w najnowszej technologii czynniki dla przemysłów lotniczego i kosmicznego.

Przemysł odlewniczy jest istotną częścią zaindustrializowanej gospodarki. Odnosi się to również do Polski, gdzie rozwój przemysłu odlewniczego osiąga produkcję o wysokiej wartości dodanej.

Chociaż obserwujemy ciągłe udoskonalanie konwencjonalnych stopów odlewniczych, to podstawowe sektory przemysłu odlewniczego (żeliwo i stopy lekkie aluminium i magnezu) oraz podstawowe składy stopów odlewniczych są dobrze zdefiniowane i ustalone, i obserwuje się jedynie zmiany ilościowe.

Jedynie rzadko powstają naprawdę nowe, potencjalnie rewolucyjne żeliwo – obecny projekt ma na celu zbadanie takich żeliwo oferowanych przez nową kategorię materiałów, znaną jako „masywne szkła metaliczne” (bulk metallic glasses).

Tradycyjne stopy metaliczne mają budowę krystaliczną: atomy są ułożone w sposób uporządkowany i powtarzalny, i w szczególności położone na płaszczyznach, które (poprzez ruchy odpowiednich konfiguracji) mogą przesuwać się względem siebie, umożliwiając zginanie i rozciąganie metalu. „Plastyczność” ta pozwala uniknąć kruchego pęknięcia czyniąc metal raczej miękki.

W odróżnieniu, w szklach metalicznych atomy nie są uporządkowane w sposób regularny. Termin „szkło” odnosi się więc tutaj do nieuporządkowania atomów, nie zaś do postaci (na przykład przezroczystości) podobnej do tradycyjnego szkła okiennego.

Szklami metalicznymi posiadają postać stanu metalicznego, natomiast ich właściwości znacznie różnią się od właściwości konwencjonalnych metali.

Nieuporządkowana struktura oznacza, iż utrudnione jest plastyczne płynięcie, a naprężenie potrzebne do zginania jest około 10 razy większe niż dla stopów konwencjonalnych. Szklami metalicznymi są również odporne na zarysowanie i przydatne jako tworzywa na sprężyny. W odróżnieniu od szkła okiennego mogą one wykazywać wysoką wytrzymałość, i rzeczywiście szklami metalicznymi posiadają najwyższą „odporność na zniszczenie” (połknięcie wytrzymałość i udarność) spośród wszystkich materiałów inżynierskich.

W normalnych odlewach krystalizacja pojawia się przy przejściu w stan stały w formie odlewniczej. Proces krystalizacji natomiast musi być wyeliminowany, aby otrzymać szkło. Z praktyki laboratoryjnej wiadomo, że jest to możliwe nawet przy stosunkowo niskich prędkościach chłodzenia, osiągalnych w praktyce odlewniczej.

Chociaż obecnie istnieją pewne nisze i krótkotrwałe zastosowania (np. na głowice kijów golfowych), olbrzymi potencjał szkieł metalicznych do zastosowania na odpowiedzialne odlewy zależy od ich przeniesienia z laboratoriów do przemysłu odlewniczego.

Projekt obejmuje szeroki zakres działań, aby to osiągnąć. Właściwości cieczy szkła-twórczych znacznie różnią się od właściwości stopów konwencjonalnych (np. mają większą lepkość) i wymagają zastosowania nowych warunków w procesach przetwórczych. Znacznego wysiłku wymaga optymalizacja ich składu, aby uniknąć krystalizacji i pozwolić na powstanie szkła, a także określenie parametrów wsadowych dla symulacji numerycznych, które są istotną częścią nowoczesnego odlewnictwa.

Brak krystalizacji oznacza, że odlewy mniej się kurczą w formie, czego korzystnym następstwem jest większa dokładność wymiarowa i większa powierzchnia, tak i uzyskanie finalnego produktu wymaga mniejszego nakładu operacji wykończających. W ten sposób użycie szkieł metalicznych może prowadzić do zmniejszenia kosztów i oszczędności energii.

Dalsza możliwość kształtowania właściwości odlewów obejmuje odpowiednie „dostrojenie” struktury odlewu do postaci czynniki krystalicznej i czynniki amorficznej. Obecny projekt jest ukierunkowany na stworzenie podstaw do wykorzystania tych właściwości w praktyce odlewniczej.