

Gazary – ultralekkie materiały dla przemysłu kosmicznego

prof. Jerzy J. Sobczak

W Akademii Górniczo-Hutniczej otwarto Laboratorium Inżynierii Ciekłego Metalu na Wydziale Odlewnictwa. Otwarcia nowej pracowni towarzyszyło także podpisanie umowy o współpracy z Instytutem Metalurgii i Inżynierii Materiałowej Polskiej Akademii Nauk.

W nowym laboratorium zespół naukowców z Wydziału Odlewnictwa z prof. Jerzym J. Sobczakiem na czele, będzie pracował nad gazarami – materiałami o ukierunkowanej porowatości, wytwarzanymi ze stanu ciekłego, których szerokim zastosowaniem zainteresowany jest przemysł kosmiczny, między innymi do budowy ochrony kadłubów i części silników raketowych. Gazary, struktury typu lotos (*lotus*), nazywane też DioPoMat-ami, to nowa grupa materiałów zawierająca różnorodne substancje wydające się nie do pogodzenia, a mianowicie metal lub ceramikę z gazem, najczęściej wodorem. Te zdumiewające materiały, które mogą zawierać nawet do 70 proc. objętości gazu są superlekkie, a dodatkowo mają unikatowy zespół cech materiałowych. Świetnie pochłaniają dźwięki, energię, tłumią drgania, innymi słowy mają wysoką zdolność tłumienia, tak zwanych damping capacity. Ponadto – jeżeli są na bazie ceramiki – bardzo dobrze przenoszą wyższe temperatury, a szczególnie bardzo dobrze sprawują się tam, gdzie masa jest wartością kluczową, czyli we wszystkiego rodzaju urządzeniach, poruszających się na Ziemi i poza nią. Te

lekkie i wytrzymałe materiały, w odróżnieniu do pian metalowych, pozwalają zwiększać wytrzymałość elementów przy jednoczesnej redukcji masy. To z kolei jest cechą poszukiwaną i pożądaną właśnie w przemyśle kosmicznym, zbrojeniowym, ale także motoryzacyjnym i w medycynie.

– Przemysł samochodowy i lotniczy dążą do tego, żeby materiały, z których wytwarzane są części do różnego typu pojazdów, były wytrzymalsze, a jednocześnie lżejsze, żeby stosunek wytrzymałości do gęstości był jak największy. I to jest aktualnie główny cel innowacji w całym przemyśle światowym – wskazuje prof. Jerzy J. Sobczak.

Gazary mogą być stosowane jako lekkie materiały konstrukcyjne, absorbenty promieniowania czy energii uderzenia, rozpylacze/mieszalniki paliwa bądź radiatory. Aktualnie gazary znajdują zastosowanie jako filtry w przemyśle chemicznym, filtry do insuliny w medycynie, części raket i silników odrzutowych, a także jako potencjalne implanty kostne, a szerzej, „części zamienne” człowieka, albowiem wykazują się wysoką biokompatybilnością, a niekiedy i zdolnością do biodegradacji.

Laboratorium Ciekłego Metalu na Wydziale Odlewnictwa będzie służyło przede wszystkim poszukiwaniu nowych zastosowań metali i ceramiki w szeroko rozumianej inżynierii materiałowej



fot. z. Sulima

– Unikatowe właściwości gazarów czynią z nich potencjalnie znakomity materiał do zastosowania w nowoczesnej inżynierii materiałowej. Ich połączenie z innymi materiałami otwiera nowe możliwości badawcze w postaci syntezy nowej grupy materiałowej, tak zwanych gazarów hybrydowych. W tym zakresie planowane są wspólne przedsięwzięcia badawcze z partnerami zagranicznymi, w tym z Chin – podkreśla prof. Jerzy J. Sobczak. Prace nad gazarami, które zostały po raz pierwszy przeprowadzone w latach 70. XX w. na Ukrainie, od początku lat 90. są intensyfikowane w innych ośrodkach na świecie, w tym w USA, Niemczech, Japonii i w Chinach, gdzie pracowano nad lepszym i szerszym w praktyce wykorzystaniem tych materiałów. Powstanie gazarów czerpie inspirację z natury, która podpowiada tego typu rozwiązania – drewno, kość czy rafa koralowa odznaczają

się porowatą strukturą, a jednocześnie niezwykle wytrzymałością w relacji do gęstości. Jeszcze lepsze poznanie gazarów zapewni stanowisko do badań właściwości ciekłych metali, stopów, szkielek, żużli i innych substancji w szerokim zakresie temperatur topnienia (w warunkach od wysokiej próżni aż do ciśnienia atmosferycznego wybranych gazów osłonowych w zakresie temperatur od temperatury pokojowej do 2100°C). Laboratorium Inżynierii Ciekłego Metalu na Wydziale Odlewnictwa będzie służyło przede wszystkim poszukiwaniu nowych zastosowań metali i innych tworzyw w szeroko rozumianej inżynierii materiałowej. Aparatura badawcza pozwoli na wyznaczenie właściwości stanu ciekłego badanego materiału oraz jego oddziaływania z ciałami stałymi. Umożliwia to prace nad lepszym poznaniem specyfiki gazarów oraz innych materiałów, zarówno metalowych jak i ceramicznych, które mogą znaleźć zastosowanie w lotnictwie, motoryzacji, budowie maszyn, przemyśle wydobywczym i przetwórstwie.

Wiedza na temat właściwości termofizycznych ciekłych metali i stopów, szkielek, żużli i innych substancji oraz ich zachowania w wysokich temperaturach w kontakcie z różnymi materiałami stałymi ma ogromne znaczenie praktyczne w przetwarzaniu materiałów z udziałem fazy ciekłej. Odnosi się to szczególnie do realizacji współczesnej filozofii LME – *liquid metal engineering* oraz komputerowego wspomaganie i optymalizacji procesów wytwórczych.

Wychodząc naprzeciw stale rosnącemu zainteresowaniu znajomością czynników wpływających na właściwości i fenomeny wysokich temperatur w materiałach ciekłych i ciekło-stałych, zaprojektowano i wykonano specjalne mobilne urządzenie badawcze. Opracowano nowe procedury testowe, umożliwiające obserwację i pomiary w czasie rzeczywistym w różnych środowiskach gazowych w temperaturze do 2100 C oraz oddziaływania wzajemnego w układzie ciecz/ciało stałe wraz z wyznaczaniem gęstości, napięcia powierzchniowego, lepkości i pracy adhezji. Poza badaniami konwencjonalną metodą kropli leżącej wraz z procedurą nagrzewania kontaktowego, innowacyjne możliwości eksperymentalne obejmują:

- 1) nowe procedury badawcze, które naśladują zachowanie ciekłego metalu w rzeczywistych procesach wysokotemperaturowych, takich jak toczenie się i spadanie kropli;
- 2) unikalną możliwość zastosowania w jednym teście kilku różnych metod (kropla leżąca, kropla wisząca) i procedur badawczych (dwie opcje bezdotykowego ogrzewania kilku różnych materiałów, czyszczenie kropli przez oczyszczanie kapilarne, odsysanie kropli, wypychanie kropli, rozmywanie kropli, toczenie się kropli);

3) specjalny system grzewczy pozwalający na zastosowanie grzałek wykonanych z różnych materiałów i wytwarzających odmienną atmosferę wewnątrz komory badawczej;

4) możliwości badań z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego lub analizą tomografii komputerowej in situ.

Stanowisko badawcze zostało opracowane we współpracy z Instytutem Metalurgii i Inżynierii Materiałowej im. Aleksandra Krupkowskiego Polskiej Akademii Nauk w Krakowie oraz firmą MeasLine sp. z o.o. Urządzenie otrzymało Złoty Medal poznańskich Targów ITM Industry Europe 2021 w kategorii „Nauka dla Gospodarki”.

Umowa pomiędzy AGH i IMIM PAN zakłada przede wszystkim prowadzenie wspólnych badań nad opracowaniem nowych materiałów i technologii ich wytwarzania ze szczególnym uwzględnieniem inżynierii ciekłego metalu. Dodatkowo sygnatariusze umowy będą wspólnie aplikować o pozyskanie środków finansowych na badania i rozwój z takich źródeł, jak Narodowe Centrum Nauki, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, fundusze europejskie czy usługi dla sektora przemysłowego. W ramach umowy partnerzy przystępują także do wspólnych badań z wykorzystaniem posiadanej infrastruktury badawczej. Za realizację umowy oraz poszukiwanie wspólnie z IMIM PAN nowych materiałów inżynierskich, w tym szerszego wykorzystania gazarów, z ramienia AGH będzie dbał Wydział Odlewnictwa.

Od pewnego granicznego stopnia porowatości, konfiguracji porów i ich morfologii, gazary stają się półprzezroczyste



fol. A. Żmuda-Muszyńska