

---

WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE STOPU ZnAl10  
PODDANEGO MODYFIKACJI ZAPRAWAMI WPROWADZAJĄCYMI TYTAN

Grzegorz Piwowarski, Paweł K. Krajewski, Janusz Buraś, Witold K. Krajewski  
AGH Akademia Górniczo - Hutnicza im St. Staszica w Krakowie.  
ul. Reymonta 23, 30-059 Kraków  
[piwgrz@agh.edu.pl](mailto:piwgrz@agh.edu.pl)

**Słowa kluczowe:** Stopy cynku; Modyfikacja; Współczynnik tłumienia; Wytrzymałość na rozciąganie; Tłumienie drgań; Badania ultradźwiękowe

### 1. Wprowadzenie

Stopy Zn-Al posiadają szereg cech, które stanowią o ich przydatności w technice. W stanie po odlaniu, zwłaszcza do form piaskowych i ceramicznych, charakteryzują się gruboziarnistą, dendrytyczną strukturą, która niekorzystnie wpływa, zwłaszcza na właściwości plastyczne stopu. W celu poprawy tychże właściwości stosuje się m. in. zabieg modyfikacji.

Na podstawie badań wzajemnych zależności pomiędzy dodatkiem Ti w zaprawach Al-Ti<sub>3</sub>C<sub>0,15</sub> oraz ZnTi<sub>3,2</sub>, a kształtowaniem się poziomu właściwości wytrzymałościowych, wydłużenia i właściwości tłumiących ustalono, iż Ti w wprowadzany w obu zaprawach modyfikujących powoduje zmiany ww. właściwości badanego stopu.

### 2. Badanie doświadczalne

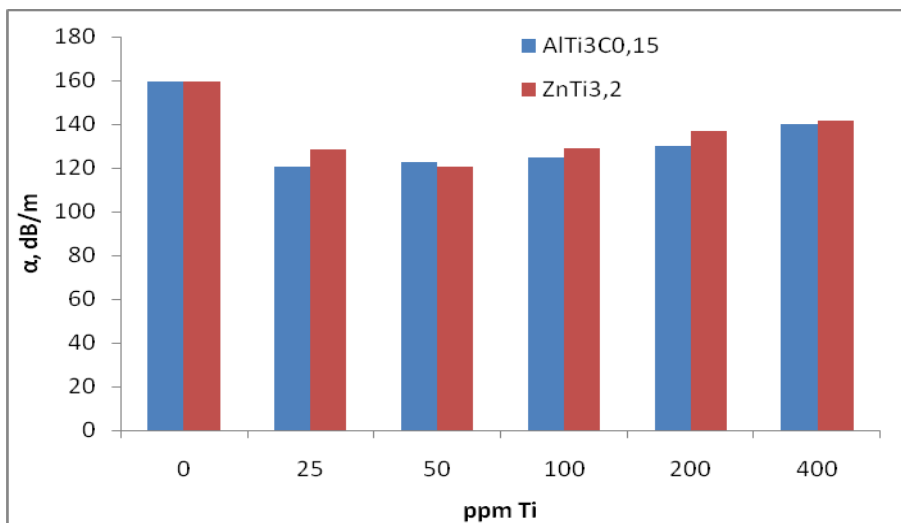
Stop ZnAl10 został wytopiony z elektrolitycznie czystych składników. W badaniach użyto dwóch zapraw modyfikujących. Zaprawa AlTi<sub>3</sub>C<sub>0,15</sub>, która znana jest z technologii stopów Al-Zn, oraz nowej zaprawy ZnTi<sub>3,2</sub> dedykowanej specjalnie dla stopów Zn. Obydwie zaprawy wprowadzają do stopu cząstki, które powodują rozdrobnienie struktury stopu oraz zmieniają morfologię wydzieleni roztworu  $\alpha$ (Al) z dendrytycznej, w bardziej zwartą zbliżoną do kuli. Stop wyjściowy jak i zmodyfikowany dodatkiem Ti w ilości 25, 50, 100, 200 i 400 ppm poddano badaniom ultradźwiękowym w celu wyznaczenia współczynnika tłumienia  $\alpha$  [dB/m], który jest miarą właściwości tłumiących. W ramach badań przeprowadzono również standardowe badania wytrzymałościowe w celu wyznaczenia wytrzymałości na rozciąganie oraz wydłużenia badanych próbek.

### 3. Wyniki pomiarów

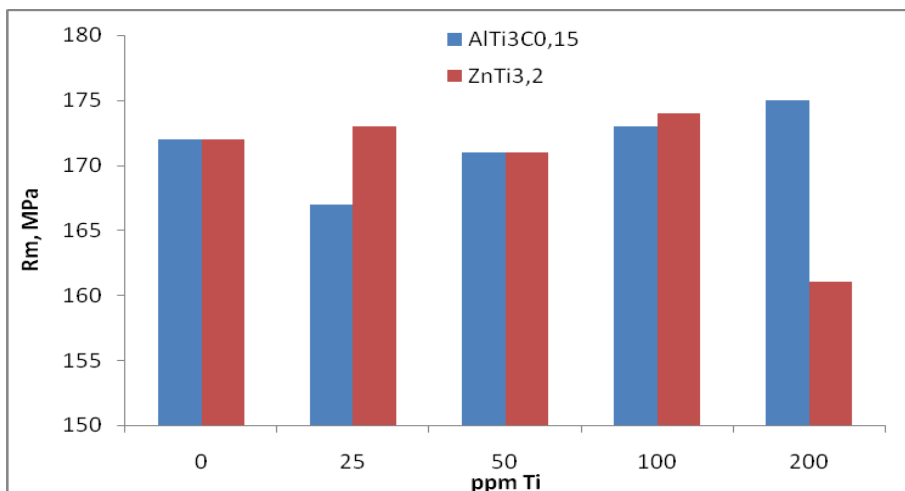
Przeprowadzone badania pozwoliły na zestawienie ze sobą poszczególnych wyników pomiarów i zestawienie ich z zastosowanymi w badaniach zaprawami. Na rys.1 przedstawiono wyniki badań właściwości tłumiących, określonych współczynnikiem tłumienia  $\alpha$  dla stopu ZnAl10 wyjściowego, niemodyfikowanego oraz zmodyfikowanego zaprawami AlTi<sub>3</sub>C<sub>0,15</sub> oraz ZnTi<sub>3,2</sub>. Jak można zaobserwować, obie zaprawy w podobny sposób wpływają na zdolność stopu do tłumienia drgań. Dodatek Ti w ilości 25ppm wprowadzonego w obu zaprawach powoduje obniżenie właściwości tłumiących, jednak ze wzrostem dodatku Ti wzrastają również właściwości tłumiące określone współczynnikiem tłumienia, Jest to

przypuszczalnie spowodowane dodatkowym rozpraszaniem fali drgającej na twardych cząstkach, które nie wzięły udziału w procesie modyfikacji.

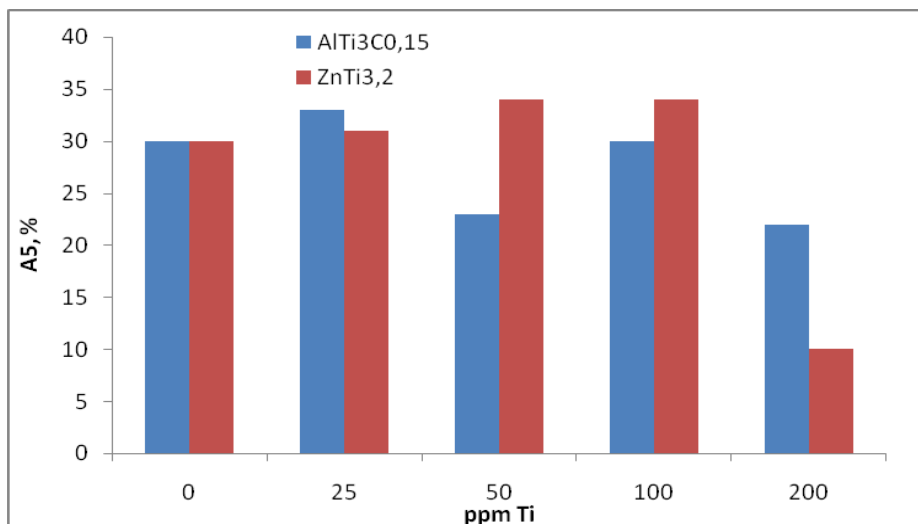
Dodatek Ti w ilości 25-100 ppm w zaprawie ZnTi3,2 nie powoduje obniżenia wytrzymałości na rozciąganie badanego stopu w stosunku do stopu wyjściowego, niemodyfikowanego (Rys. 2.), natomiast odnotowuje się niewielki wzrost wydłużenia w tym samym zakresie dodatku Ti w zaprawie (Rys. 3.). Z kolei dodatek Ti w ilości 25 ppm w zaprawie AlTi3C0,15 powoduje nieznaczny spadek wytrzymałości na rozciąganie badanego stopu, a następnie wzrost tych właściwości wraz ze wzrostem dodatku Ti w zaprawie (Rys. 2.). Dodatek Ti w ilości 25-200 ppm w zaprawie AlTi3C0,15 powoduje zmiany wydłużenia badanego stopu, przy czym nie jest możliwe określenie jednoznacznie trendu tych zmian w rozpatrywanym zakresie dodatku Ti w zaprawie.



Rys.1. Współczynnik tłumienia dla stopu ZnAl10 modyfikowanego zaprawami: AlTi3C0,15 oraz ZnTi3,2



Rys. 2. Wytrzymałość na rozciąganie dla stopu ZnAl10 modyfikowanego zaprawami: AlTi3C0,15 oraz ZnTi3,2



Rys.3. Wydłużenie dla stopu ZnAl10 modyfikowanego zaprawami: AlTi3C0,15 oraz ZnTi3,2

#### 4. Wnioski

Na podstawie analizy wyników uzyskanych w badaniach właściwości wytrzymałościowych i wydłużenia stopu ZnAl10 oraz właściwości tłumiących określonych metodą tłumienia fali ultradźwiękowej w funkcji dodatku tytanu w zaprawach AlTi3C0,15 oraz ZnTi3,2 można sformułować wniosek ogólny, iż obie użyte zaprawy powodują zmianę ww. właściwości mechanicznych. Po zastosowaniu obu zapraw w zabiegu modyfikowania stopu ZnAl obserwuje się zbliżone wartości właściwości tłumiących i utrzymują się one na wysokim poziomie (wartość współczynnika tłumienia powyżej 100 dB/m). Przy czym zastosowanie zaprawy ZnTi3,2 powoduje jednocześnie wzrost właściwości wytrzymałościowych i wydłużenia badanego stopu (w zakresie dodatku Ti w ilości 25-100 ppm), w odróżnieniu od zastosowania tradycyjnej zaprawy AlTi3C0,15.

#### Podziękowania

Publikacja opracowana w ramach pracy statutowej AGH nr: 11.11.170.318 zadanie 9

#### Literatura

1. W. K. Krajewski, Stopy cynku z aluminium – rodzaje, właściwości, zastosowania, Wyd. Naukowe AKAPIT, Kraków 2013
2. G. Piwowarski, J. Buraś, W.K. Krajewski, Wpływ zabiegu modyfikowania zaprawą ZnTi3,2 na zmiany mikrostruktury stopu Zn-AL10 — Influence of the modification by ZnTi3,2 grain-refiner on the ZnAl10 alloy microstructure. Archives of Foundry Engineering - Polish Academy of Sciences. 2013 vol. 13 spec. iss. 3, s. 129–132.
3. G. Piwowarski, Wpływ rozdrobnienia struktury na wybrane właściwości wysokoalumi- niowych stopów cynku, Rozprawa doktorska, AGH Kraków 2014
4. J. Buraś, Badania wpływu modyfikacji na kształtowanie właściwości tłumiących wy- branych stopów z układu AlZn, Rozprawa doktorska, AGH Kraków 2010