

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ХИМИКО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ СО РАН  
АО «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЦЕНТР «АЛТАЙ»  
ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ПРОЧНОСТИ И МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СО РАН  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ФАРМАКОЛОГИИ И РЕГЕНЕРАТИВНОЙ МЕДИЦИНЫ  
ИМЕНИ Е.Д. ГОЛЬДБЕРГА  
ТП «МОДЕЛИРОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ СИСТЕМ»  
ТП «МЕДИЦИНА БУДУЩЕГО»  
ЯПОНСКОЕ АГЕНСТВО АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ЭДИНБУРГА  
ЛИОНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ I ИМ. КЛОДА БЕРНАРА  
КОМПАНИЯ MACH I, INC.

# **ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ МАТЕРИАЛЫ: ДЕМИЛИТАРИЗАЦИЯ, АНТИТЕРРОРИЗМ И ГРАЖДАНСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ**

Сборник тезисов  
XIV Международной конференции «НЕМs-2018»  
3–5 сентября 2018 года  
(г. Томск, Россия)

Томск  
Издательский Дом Томского государственного университета  
2018

*The research was performed using instruments of the Biysk Regional Center for Shared Use of Scientific Equipment of the SB RAS (IPCET SB RAS, Biysk).*

## **ВЛИЯНИЕ ВИБРАЦИИ И МОДИФИЦИРОВАНИЯ НА ПРОЦЕССЫ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СПЛАВА МАРКИ АК7**

**Хмелева М.Г., Промахов В.В., Жуков И.А., Платов В.В., Ворожцов А.Б.**

*Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск  
E-mail: khmelmg@gmail.com*

Одним из способов внешнего воздействия для повышения качества литых алюминиевых сплавов является вибрационная обработка кристаллизующегося расплава. К преимуществам данной технологии помимо уменьшения размера зерна, повышения механических свойств, получения более однородной микроструктуры, относятся также возможность сохранения неизменным химический состав расплава.

В рамках настоящей работы проведены исследования одновременного влияния вибрационной обработки и модифицирующих частиц на изменение структуры и повышение механических свойств алюминиевого сплава.

В качестве материала для исследования использовался алюминиевый сплав марки АК7.

Для модифицирования алюминиевого сплава использовалась лигатура, полученная СВС методом. Для проведения экспериментов по комплексному влиянию вибрации и модифицирования использовался вибрационный стол. В расплав алюминия была введена лигатура Al-TiB<sub>2</sub> в количестве 0,5 масс.%. Кокиль после заливки расплава, подвергался вибрационному воздействию в течение 1 мин при частоте вибрации 60 Гц, амплитуда колебаний составила 0,5 мм. Для проведения сравнительной оценки были также отлиты образцы без лигатуры и применения вибрации.

Исследование структуры полученных образцов осуществлялось с использованием оптической (Olympus GX-71) микроскопии. Образцы подвергались предварительной механической полировке и электролитическому травлению.

Установлено, что в процессе вибрационной обработки произошли значительные структурные изменения – средний размер зерна был снижен с 252 до 180 мкм. Комплексное воздействие частиц TiB<sub>2</sub> и вибрационной обработки расплава в процессе кристаллизации способствовало снижению среднего размера зерна с 252 мкм (исходный сплав АК7) до 140 мкм.

Проведенные механические испытания, результаты которых получены в виде диаграмм «напряжение-деформация», показали, что после вибрационной обработки сплава произошло увеличение предела текучести с 67 до 121 МПа при сохранении предела прочности 182 МПа и снижении пластичности в 2 раза, относительно исходного сплава АК7. Введение частиц диборида титана в количестве 0,5 вес.% с последующей вибрационной обработкой расплава позволило повысить механические свойства сплавов: предел текучести был увеличен с 67 до

151 МПа и предел прочности повешен с 182 до 227 МПа при небольшом снижении пластичности по сравнению с исходным сплавом АК7.

*Исследование выполнено за счет гранта Российскойского научного фонда (проект № 17-13-01252).*

## **EFFECTS OF VIBRATION AND MODIFICATION ON CRYSTALLIZATION AND MECHANICAL PROPERTIES OF AK7 ALLOY**

**Khmeleva M.G., Promakhov V.V., Zhukov I.A., Platov V.V., and Vorozhtsov A.B.**

*National Research Tomsk State University, Tomsk*

*E-mail: khmelmg@gmail.com*

The treatment of crystallizing melt by vibration is one method of external physical effect for improving the casting quality of aluminum alloys. In addition to reducing grain size, enhancing mechanical properties, and obtaining a more uniform microstructure, the advantages of this approach also include the possibility of maintaining the unchanged chemical composition of liquid metals.

For the purposes of our research, we had studied the combined effects of vibration and modifying particles on change of structure and improvement of mechanical properties of aluminum alloys.

AK7 aluminum alloy was used as a material for the study. A master alloy obtained by self-propagating high-temperature synthesis (SHS) is used for modifying the aluminum alloy. Experiments on complex effects of vibration and modification were carried out on a vibrating table. Al-TiB<sub>2</sub> master alloy (0.5 wt.%) was introduced in aluminum melt. After casting the melt, the chill mould was subjected to vibration for 1 min. at a vibration frequency of 60 Hz and the oscillation amplitude of 0.5 mm. For a comparative evaluation, samples without master alloy and vibration treatment were also cast.

The structure of obtained materials was investigated by methods of optical microscopy using a microscope Olympus GX-71. Samples were subjected to preliminary mechanical polishing and electrolytic etching.

It has been observed that significant structural changes occurred during vibration: the average grain size was reduced from 252 to 180  $\mu\text{m}$ . The combined effects of TiB<sub>2</sub> particles and vibration on the melt during crystallization contributed to a decrease in the average grain size from 252 (initial AK7 alloy) to 140  $\mu\text{m}$ .

Mechanical tests, results of which were presented in stress-strain diagrams, showed that after vibration the yield strength increased from 67 to 121 MPa while maintaining the tensile strength of 182 MPa and reducing the plasticity in 2 times, relative to the initial AK7 alloy. The introduction of 0.5 wt.% titanium diboride particles with subsequent vibration of the melt helps to improve tension test properties: yield strength from 67 to 151 MPa and tensile strength from 182 to 227 MPa with a small decrease in plasticity in comparison with initial AK7 alloy.

*The research was performed at the financial support of grant of Russian Science Foundation (project No. 17-13-01252).*