МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ НАУК

Том 2. Химия

Сборник научных трудов
XIX Международной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых

26–29 апреля 2022 г.

PROSPECTS OF FUNDAMENTAL SCIENCES DEVELOPMENT

Volume 2. Chemistry

Abstracts
XIX International Conference of students, graduate students
and young scientists

April 26–29, 2022

ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Национальный исследовательский Томский государственный университет

ТГАСУ

ТУСУР TUSUR UNIVERSITY
Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники

ТОМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ МЕДИЦИНСКИЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Томск 2022

УДК 669.71

ВЛИЯНИЕ ДЕФОРМАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НА МЕХАНИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ СПЛАВА АМГ5-AL_3ER

А.А. Ахмадиева, Н.И. Кахидзе, А.П. Хрусталев
Научный руководитель: к.т.н. И.А. Жуков
Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Россия, г. Томск, пр. Ленина, 36, 634050
E-mail: nas99.9@yandex.ru

INFLUENCE OF DEFORMATION TREATMENT ON THE MECHANICAL BEHAVIOR OF AA5056-AL_3ER ALLOY

A.A. Akhmadieva, N.I. Kakhidze, A.P. Khrustalvov
Scientific Supervisor: Ph.D. I.A. Zhukov
Tomsk State University, Russia, Tomsk, Lenin str., 36, 634050
E-mail: nas99.9@yandex.ru

Abstract. *This article investigates the effect of deformation processing on the mechanical behavior of the AA5056 alloy with the addition of erbium. Due to the difference in melting temperatures, erbium was introduced into the aluminum melt as part of the master alloy obtained by shock-wave compaction. According to the results of uniaxial tension at room temperature, a positive effect of rolling on the strength properties of the AA5056+Al_3Er alloy was noted.*

Введение. В настоящее время авиационная, космическая и автомобильная промышленности заинтересованы в использовании сплавов с повышенными физико-механическими характеристиками, имеющими низкую себестоимость. Алюминиевые сплавы, сочетающие в себе высокие технологические показатели и низкую плотность, позволяют снизить общий вес конструкций с сохранением необходимых эксплуатационных свойств. Повышения физико-механических характеристик алюминиевых сплавов возможно достичь путем введения в матричный расплав наноразмерных тугоплавких частиц. В качестве легирующей добавки отлично выступает скандий [1], однако введение скандия приводит к значительному увеличению себестоимости готовых изделий. Эрбий по аналогии со скандием образует интерметаллические соединения Al_3Er, приводящие к увеличению механических свойств алюминиевого сплава [2]. Целью данной работы является исследование влияния деформационной обработки на механические свойства алюминиевого сплава АМг5 с добавкой эрбия.

Экспериментальная часть. Исходным материалом в данной работе был выбран алюминиевый сплав АМг5 (91,9–94,68 % Al, 4,8–5,8 % Mg, 0,3–0,8 % Mn и др.). Исходный сплав АМг5 и сплав АМг5-Al_3Er получали путем литья в цилиндрический стальной кокиль диаметром 40 мм. 1400 г сплава помещали в графитово-шамотный тигель и расплавляли в муфельной печи при температуре 780 °С. Для введения эрбия в расплав была подготовлена лигатура Al-Er методом гидридной технологии. Предварительно нагретую до 200 °С лигатуру Al-Er массой 67,5 г вводили в расплав при одновременном перемешивании механическим смесителем [3] в течение 2-х минут. Разливка расплава в разогретый до

170 °С кокиль проводилась при температуре расплава 710 °С. Отливки полученных сплавов были подвержены отжигу с 14-ти часовой выдержкой при 200 °С и постепенным охлаждением. Исходный сплав без эрбия был получен аналогичным образом. Образцы полученных сплавов размерами 11×17×40 мм, нагретые до 300 °С, были подвержены прокату на лабораторном прокатном стане с валками диаметром 80 мм. В результате нескольких подходов проката были получены образцы толщиной 2 мм.

Испытания на растяжение лопаток из исходных и деформированных сплавов проводили на испытательном стенде Instron 3369 (ТРЦКП) со скоростью движения подвижной траверсы 0,2 мм/мин при температуре 24 °С.

Результаты. На рисунке 1 изображены полученные в результате испытаний на растяжение кривые нагружения сплавов АМг5 и АМг5-Al_3Er до и после деформационной обработки. В результате анализа полученных графиков замечено, что деформационное поведение сплава АМг5-Al_3Er аналогично поведению сплава АМг5: область пластической деформации преобладает над упругой областью, а зона локализации деформаций практически отсутствует. Деформационное поведение сплавов после проката аналогично литым, при этом наблюдается существенное повышение пределов прочности и текучести, а также максимальных деформаций.

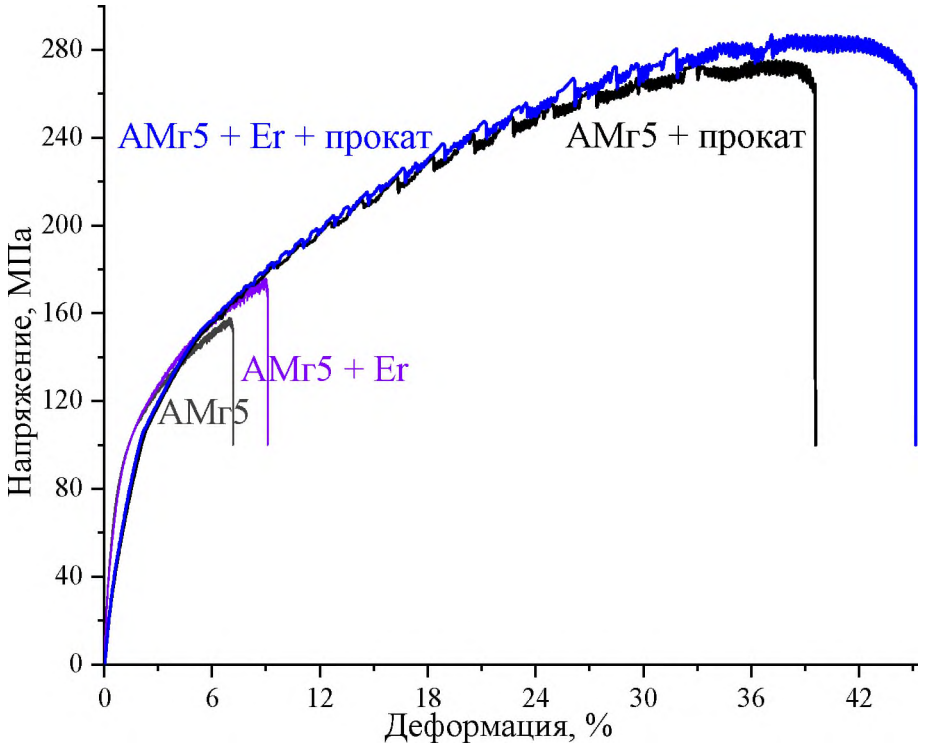

Рис. 1. Деформационные кривые полученных сплавов до и после деформационной обработки

В таблице 1 приведены прочностные характеристики исследуемых сплавов до и после проката. Установлено, что добавление эрбия в сплав АМг5 не приводит к изменению предела текучести, который составил 64 МПа, однако приводит к повышению предела прочности со 151 до 187 МПа и максимальных деформаций с 6,4 до 9,6 %. Выявлено, что значения предела текучести, предела прочности и максимальных деформаций сплава АМг5-Al_3Er после проката увеличились с 64 до 107 МПа, со 187 до 281 МПа и с 9,6 до 45,2 % соответственно. После обработки прокатом сплава АМг5 также наблюдается

улучшение механических свойств: значения предела текучести, предела прочности и максимальных деформаций увеличились с 65 до 100 МПа, со 151 до 271 МПа и с 6,4 до 39,6 %.

Таблица 1

Механические характеристики полученных сплавов

Сплав	$\sigma_{0.2}$, МПа	$\sigma_в$, МПа	ε_{max}, %
АМг5	65 ± 6	151 ± 11	6,4 ± 0,8
АМг5-Al3Er	64 ± 7	187 ± 13	9,6 ± 0,6
АМг5 + прокат	100 ± 8	271 ± 14	39,6 ± 1,2
АМг5-Al3Er + прокат	107 ± 6	281 ± 14	45,2 ± 0,9

Заключение. Выявлено, что предел текучести сплава АМг5 составил 65 МПа, предел прочности – 151 МПа, максимальные деформаций – 6,4 %. Введение 0,3 мас. % эрбия не повлияло на значение предела текучести и привело к повышению предела прочности со 151 до 187 МПа и максимальных деформаций с 6,4 до 9,6 %. Обработка продольным прокатом исходного сплава АМг5 привела к увеличению предела текучести с 65 до 100 МПа, предела прочности со 151 до 271 МПа и максимальных деформаций с 6,4 до 39,6 %. Обработка продольным прокатом сплава АМг5-Al_3Er привела к увеличению предела текучести с 64 до 107 МПа, предела прочности со 187 до 281 МПа и максимальных деформаций с 9,6 до 45,2 %.

Работа проводилась с применением оборудования Томского регионального центра коллективного пользования. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фона (проект № 20-79-00060).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhang Y., Gao K., Wen S. et al. Determination of Er and Yb solvuses and trialuminide nucleation in Al–Er and Al–Yb alloys // Journal of alloys and compounds. – 2014. – Vol. 590. – P. 526-534.
2. Nie Z. R., Li B. L., Wang W. et al. Study on the erbium strengthened aluminum alloy // Materials science forum. Trans Tech Publications Ltd. – 2007. – Vol. 546. – P. 623–628.
3. Vorozhtsov S., Minkov L., Dammer V. et al. Ex situ introduction and distribution of nonmetallic particles in aluminum melt: modeling and experiment // JOM. – 2017. – Vol. 69. – № 12. – P. 2653–2657.