

УДК 674.023

А.В. Блохин доц., канд. техн. наук; Адель Рашид;  
С.Е. Бельский, доц., канд. техн. наук.;  
Ф.Ф. Царук, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМОЦИКЛИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ДЕТАЛЕЙ ИЗ СПЛАВОВ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ**

**Введение.** Высокая стоимость получения первичных литейных алюминиевых сплавов из руды методом электролиза делает актуальной использование сплавов, полученных из металлического лома и других отходов, содержащих алюминий.

Однако основной проблемой переработки алюминий содержащих отходов является более низкое качество сплавов (в первую очередь – низкие механические характеристики и литейные свойства) по сравнению с полученными из первичного алюминия. Поступающий на переработку металл в значительной степени загрязнен посторонними материалами – пластиком, маслами, деталями из других конструкционных материалов. В связи с этим, вторичные сплавы алюминия содержат большое количество интерметаллидных фаз, неметаллических включений, растворенных газов, отличаются гетерогенностью структуры и, как следствие, значительно уступают по служебным и механическим свойствам первичным.

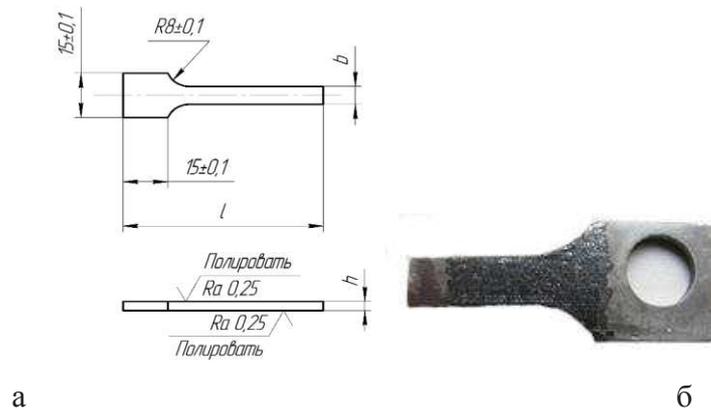
Расширение сферы использования вторичных литейных алюминиевых сплавов требует существенного повышения их механических характеристик, в том числе – усталостных.

Наиболее распространенной и вредной примесью является железо, образующее различные интерметаллидные фазы, значительно снижающее ряд механических свойств и особенно характеристики усталости таких материалов [1-2]. Таким образом, существенно ограничивается применение таких материалов для изготовления деталей мобильных машин, а также технологического оборудования, работающего в условиях циклических нагрузок широкого диапазона частот.

Целью данной работы было исследование эффективности использования термоциклической обработки деталей, изготовленных из вторичных алюминиевых сплавов с различным содержанием железа, с точки зрения влияния такой обработки на характеристики усталости.

**Основная часть.** Исследования проводились на образцах для испытаний, которые представляли собой плоские балочки с прямо-

угольным поперечным сечением (см. рисунок 1). Образцы изготавливались из сплава АК9М2 со следующим химическим составом: 9,23-9,74 % Si, 1,82-2,38 % Cu, 0,043-0,068 % Mn, 0,055-0,08 Mg. По содержанию железа (Fe) образцы были разбиты на четыре группы: 1 – 0,4-0,6%, 2 – 0,8-1,2% и 2 – 1,4-1,6%, 4 – 1,8-2,0%. При разливке сплав был обработан модификатором [3].



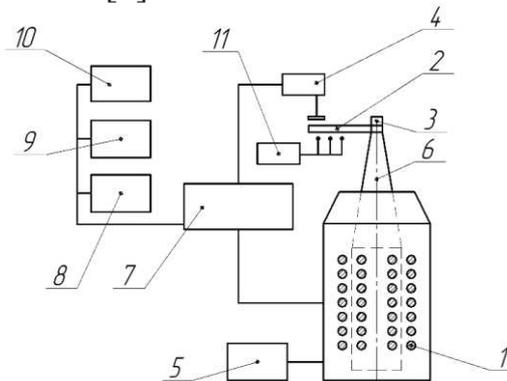
а

б

а – эскиз; б – фотография образца

**Рисунок 1 – Образцы для испытаний**

Для проведения испытаний на высокой частоте ( $18 \pm 0,5$  кГц) использовался магнестрикционный стенд (рис. 2), работающий в автоколебательном режиме [4].

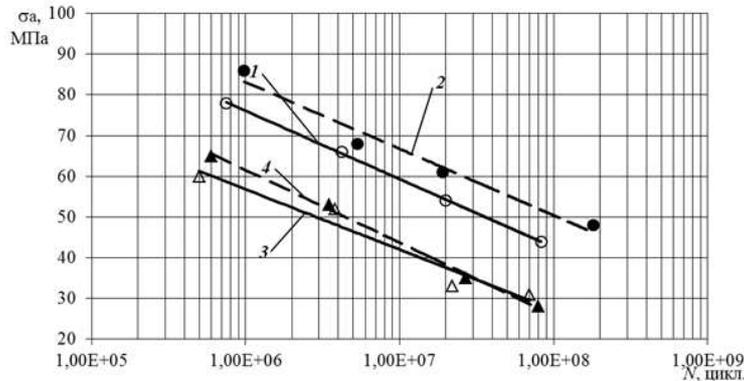


1 – магнестрикционный преобразователь с катушками возбуждения и подмагничивания; 2 – образец; 3 – устройство крепления; 4 – виброметр МРТИ; 5 – модуль подмагничивания; 6 – концентратор-волновод; 7 – прибор стабилизации амплитуды ПСА; 8 – частотомер; 9 – осциллограф; 10 – устройство вывода на печать; 11 – контроллер температуры.

**Рисунок 2 – Схема испытательного стенда для возбуждения изгибных колебаний**

В результате было установлено, что на усталостные характеристики алюминиевых сплавов существенное влияние оказывает железо (рисунок 3). Приведенные зависимости показывают, что с ростом процента содержания железа происходит снижение усталостных характе-

ристик образцов. Негативное влияние роста содержания железа оказывает и на эффективность проводимой термоциклической обработки (кривые 3 и 4 на рисунке 3).



1, 3 – образцы, изготовленные из сплава с последующей термообработкой Т5;  
2, 4 – образцы, изготовленные из сплава с последующей термоциклической обработкой; 1, 2 – содержание железа 0,8-1,2%; 3, 4 – содержание железа 1,8-2,0%

**Рисунок 3 – Усталостные кривые 50% вероятности разрушения образцов из сплава АК9М2 (частота испытаний  $18 \pm 0,5$  кГц)**

**Заключение.** Использование термоциклической обработки образцов для испытаний, изготовленных из вторичных алюминиевых сплавов позволяет существенно повысить характеристики усталости таких материалов при условии, что содержание железа не будет превышать 1%. С ростом содержания железа характеристики усталости таких материалов снижаются, а термоциклическая обработка при содержании железа 2 и более % не оказывает существенного влияния на их изменение.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Байкин, А.И. Литейные силумины с повышенным содержанием железа /А.И.Байкин, К.П.Лебедев, Ю.М.Степанов, Г.Ф.Шеметев – Л., Знание. – 1983. – 28 с.
2. Блохин, А.В. Влияние состава и технологии выплавки на усталостные характеристики вторичных литейных алюминиевых сплавов /А.В.Блохин, Ф.Ф.Царук, С.Е.Бельский // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 310-313.
3. Патент 32929 Україна, МПК (2006) С22С 1/00. Модифікатор для алюмінієвих сплавів / Волчок І.П., Митяев О.А., Лютовпа О.В., Широкобокова Н.В., Повзло В.М. – Заявник і патентоутримувач Запорізький нац. техн. ун-т. № u200800105; опубл. 10.06.2008, Бюл. № 11.
4. Блохин, А.В. Развитие комплекса оборудования для усталостных испытаний конструкционных материалов / А.В. Блохин // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообаб. пром-сть. – 2004. – Вып. XII. – С. 263–266.