

$$L_h = \left( \frac{C_{\sigma}}{\sigma_{\max}} \right)^{m_{\sigma}} \frac{1}{3600 \xi_{z_{III}}}, \quad (10a)$$

Методика расчетно-экспериментальной оценки величин  $m_{\sigma}$ ,  $C_{\sigma}$ ,  $N_{\sigma}$  изложена в работах [4, 8].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жмайлик В.А. К оценке качества силовых систем по критериям сопротивления износоусталостным повреждениям// Заводская лаборатория. – 1999. - №4. – С.55 – 58;
2. Сосновский Л.А., Жмайлик В.А. Показатель качества материалов по механическим свойствам и его применение// Заводская лаборатория. – 1999. - №3. – С.36 – 40.
3. Богданович А.В., Сосновский Л.А. Расчет надежности силовой системы «коленчатый вал – подшипник скольжения»: Учебное пособие. – Гомель: БелГУТ, 2004. – 91 с.;
4. Сосновский Л.А. Основы трибофатики: Учеб. Пособие для студентов высших технических учебных заведений. – Гомель: БелГУТ, 2003. – Ч.1. – 246 с. Ч.2. – 235 с.;
5. Машиностроение. Энциклопедия/ Ред совет: К.В. Фролов и др. Т. VI-1. Детали машин. Конструкционная прочность. Трение, износ, смазка/ Д.Н. Решетов, А.П. Гусенков, Ю.Н. Дроздов и др.; Под общ. ред. Д.Н. Решетова. – М.: Машиностроение, 1995. – 864 с.;
6. Гречищев Е.С., Ильяшенко А.А. Соединения с натягом: Расчеты, проектирование, изготовление. – М.: Машиностроение, 1981. – 247 с.;
7. Скойбеда А.Т., Кузьмин А.В., Макейчик Н.Н. Детали машин и основы конструирования: Учебник. Под общ. ред. А.Т. Скойбеды. – Мн.: Выш. шк., 2000. – 584 с.;
8. Л.А. Сосновский, А.В. Богданович. Теория накопления износоусталостных повреждений/ Под ред. Н.А. Махутова. – Гомель: НПО «ТРИБОФАТИКА», 2000. – 60 с.

УДК 621.185.532

С.Е. Бельский, Ф.Ф. Царук, А.В. Блохин

### ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ НА ИХ УСТАЛОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

*Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Беларусь*

Литейные алюминиевые сплавы широко применяются для изготовления ряда ответственных деталей машин, работающих при повышенных температурах в условиях динамических нагрузок, в частности для головок блоков цилиндров, поршней, элементов топливной аппаратуры двигателей. К таким материалам предъявляются высокие требования, как по прочностным, так и по усталостным характеристикам. Однако в настоящее время в связи с отсутствием в Республике Беларусь первичного алюминия расширяется использование алюминиевых сплавов из вторичного сырья, неизменно содержащих в составе железо (как правило, около одного процента). Структура таких материалов содержит игольчатые включения фазы  $Al_3Fe$  весьма негативно влияющие на их прочностные и особенно усталостные характеристики.

В настоящей работе исследовано влияние состава и технологии выплавки на усталостные характеристики вторичных литейных алюминиевых сплавов. Составы

сплавов, разработанных на кафедре технологии металлов Запорожского национального технического университета, приведены в табл.1. Сплав 1 выплавлялся под покровным флюсом с последующим рафинированием и продувкой флюса через расплав с помощью воздуха. Сплав 2 также выплавлялся с использованием флюса аналогичного состава, однако продувка осуществлялась с использованием азота. Сплав 3 также продувался с использованием азота, однако при выплавке применялся покровный флюс другого состава.

Таблица 1.

## Химический состав литейных алюминиевых сплавов

№	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Al
1	9,65	0,84	1,92	0,2058	0,282	86,33
2	10,24	0,852	1,634	0,2769	0,2433	85,60
3	10,98	0,86	2,714	0,1984	0,3557	84,20

Анализ микроструктуры исследуемых материалов показал наличие эвтектики и кристаллов  $\alpha$ -твердого раствора. Изменение характера продувки, а также использование флюсов другого состава обеспечило более тонкое строение эвтектики, состоящей из мелких кристаллов  $\beta(Si)$  и  $\alpha$ -твердого раствора, что привело к повышению механических свойств сплава. Введение в сплавы меди и магния обеспечило образование фаз  $CuAl_2$  и  $Al_4Mg_5Cu_4Si_4$  также способствующих повышению прочностных характеристик.

Поскольку сплавы подобного состава могут быть упрочнены термической обработкой, для исследуемых материалов применен режим T5, заключающийся в закалке с  $525^\circ C$  в воду и искусственном старении при  $175^\circ C$  в течение 8 часов с охлаждением на воздухе. Основной упрочняющей фазой вследствие термического упрочнения в сплавах исследуемого состава является  $Mg_2Si$ . Исследование микроструктуры также показало, что фаза  $Al_3Fe$  после выплавки под слоем флюса и последующей термической обработки приобретает более тонкое строение.

Анализ усталостных характеристик, проведенный на комплексе экспериментального оборудования [1,2] с использованием знакопеременного изгиба показал, что предложенные режимы выплавки и термического упрочнения способствовали существенному повышению усталостной долговечности. При больших базах нагружения составляющих  $5 \cdot 10^7$  циклов показатели усталостной долговечности сплава 3 приближаются по уровню к характеристикам деформируемого сплава D16, взятого за образец вследствие его высоких прочностных и усталостных характеристик. Следует отметить, что стабильное повышение усталостных характеристик отмечается как для высоких, так и низких частот нагружения, что показывает возможности работы испытываемых материалов в различных условиях, характеризуемых широким диапазоном динамических нагрузок.



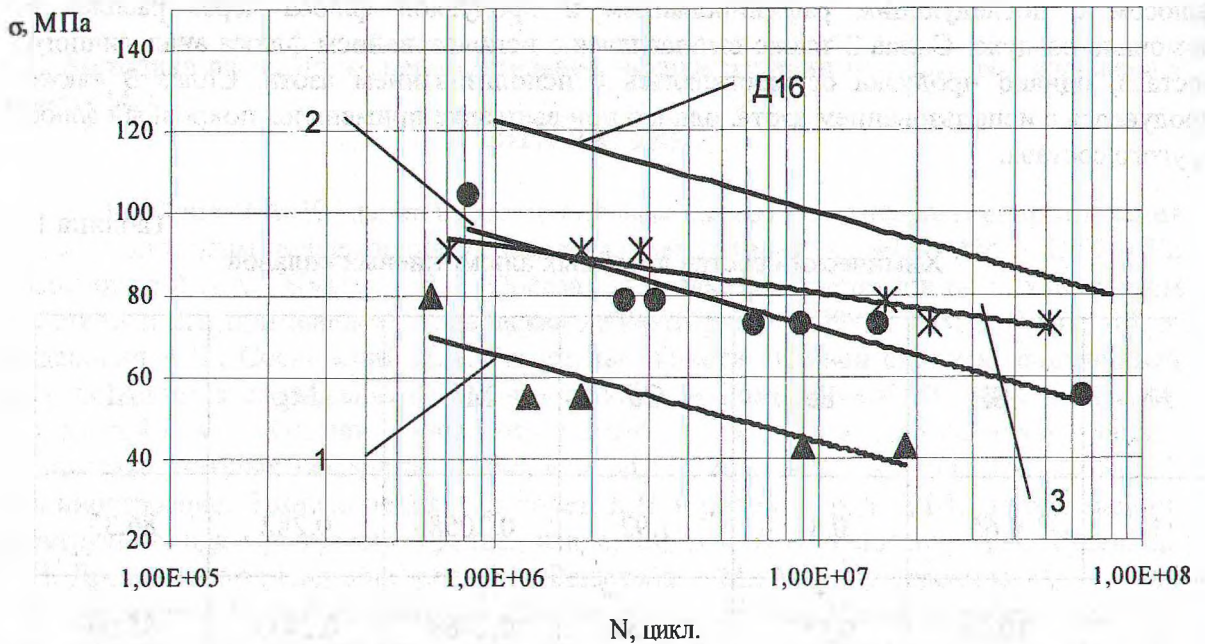


Рис. 1. Кривые усталости различных литейных сплавов при частоте 18 кГц

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Довгялло И.Г., Царук Ф.Ф., Капсаров А.Г., Бельский С.Б., Харлан Л.М. Физико-механические аспекты влияния амплитудно-частотных параметров нагружения и типов колебаний на циклическую прочность сложнагруженных деталей.// Труды БГТУ, серия II, выпуск VI, Мн., 1998, с.133-136; 2. Довгялло И.Г., Царук Ф.Ф., Бельский С.Е., Капсаров А.Г. Влияние частоты механических колебаний на циклическую прочность деталей машин при различных схемах напряженного состояния. Труды БГТУ, серия II, выпуск VII, Мн., 1999 с.149-153.

УДК 621. 785. 532

А.И. Сурус, С.Е. Бельский, А.Ф. Дулевич

#### ВЛИЯНИЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КАРБОНИТРАЦИИ НА СОПРОТИВЛЕНИЕ УСТАЛОСТИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Белорусский государственный технологический университет  
Минск, Беларусь

Одной из основных причин потери работоспособности ответственных сложнагруженных деталей машин является их усталостное разрушение. Развитие такого процесса возможно как на макроуровне вследствие объемного разрушения, так и