

УДК 621.185.532

А. В. Блохин, кандидат технических наук, ассистент (БГТУ);**А. М. Лось**, ассистент (БГТУ);**Ф. Ф. Царук**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)

РАСШИРЕНИЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

В работе рассмотрена проблема расширения области применения вторичных алюминиевых сплавов. Предлагается использовать такие материалы для изготовления деталей, работающих в условиях циклического нагружения.

Для повышения характеристик усталости на заготовке кронштейна педали тормозной была опробована термоциклическая обработка. Вместе с заготовкой кронштейна педали тормозной аналогичной термоциклической обработке подвергались образцы, изготовленные из слитка, полученного литьем из того же материала, из которого выплавлялись заготовки кронштейна педали тормозной. Последующие испытания показали, что циклическая долговечность этих образцов увеличилась в 1,4–1,5 раза по сравнению с образцами, подвергнутыми термической обработке по технологии T5.

The article considers the problem of broader application area of secondary aluminum alloys. The author suggests the materials of this type to be used for manufacturing the parts working in the circumstances of cyclic loading.

Thermocyclic treatment was tested for rising fatigue characteristics of the brake pedal bracket work piece. The analogues treatment was applied to the samples made of the cast bar produced of the same material as brake pedal bracket work piece. The further tests showed that cyclic durability of these samples has been increased 1,4–1,5 times in comparison with the samples exposed to thermal treatment according the technique T5.

Введение. Детали современных лесных машин и оборудования лесного комплекса работают в сложных условиях при сочетании как статических, так и динамических нагрузок. Наряду с материалами, полученными на основе железа, широко используются сплавы из цветных металлов. Наиболее часто применяются различные алюминиевые сплавы [1]. Тенденция к увеличению доли цветных, в частности Al-сплавов, в общем объеме выпуска отливок вызвана, прежде всего, развитием автомобильной и авиационной промышленности. Так, по данным [2], если в 1990 г. на один автомобиль уходило в среднем 50 кг этого материала, то к 2005 г. эта цифра выросла до 132 кг, а в 2010 г. она достигла 145 кг [3]. В настоящее время свыше 50% всех транспортных средств, произведенных в Северной Америке, содержат свыше 10% алюминия от массы машины. Из алюминиевых сплавов изготавливаются как кузовные детали и элементы отделки салона, так и детали, подверженные знакопеременным нагрузкам (блоки цилиндров, поршни, кронштейны передней растяжки и крепления двигателя, рычаги передней подвески).

Более широкое применение сплавов, полученных на основе алюминия в настоящее время, ограничивается их высокой стоимостью. В первую очередь это связано со значительными затратами электроэнергии. Изготовление алюминиевых сплавов с использованием вторичного сырья позволяет значительно снизить удель-

ные расходы электроэнергии. Однако существенной проблемой, ограничивающей применение вторичных алюминиевых сплавов, являются их низкие механические характеристики, связанные с тем, что после переплавки сплавы характеризуются широкими интервалами содержания основных компонентов, значительной загрязненностью неметаллическими включениями и газами, гетерогенностью структуры, а также наличием грубых включений железосодержащих фаз. Поэтому задача повышения качества, а следовательно, и конкурентоспособности вторичных сплавов по отношению к более дорогостоящим их первичным аналогам в этом аспекте выходит на передний план.

В данной работе показана возможность использования термоциклической обработки [4, 5] для повышения усталостных характеристик таких материалов, что особенно актуально для деталей и узлов, работающих в условиях разного рода циклических и динамических нагрузок.

Основная часть. Методика повышения усталостных характеристик литейных алюминиевых сплавов, полученных с использованием вторичного сырья, была апробирована на заготовке кронштейна педали тормозной (рис. 1). Необходимость повышения характеристик усталости в этом случае показана на основании исследований напряженно-деформированного состояния детали методом конечных элементов. Для этого была построена твердотельная модель рассматриваемой детали с учетом ее реальных геомет-

рических параметров и размеров отдельных конструктивных элементов, далее была смоделирована сетка конечных элементов.

После приложения расчетной нагрузки (400 Н) к оси, соединяемой с кронштейном, были получены модели, отражающие деформации (рис. 1) и напряжения, возникающие на поверхности исследуемой детали (рис. 2).

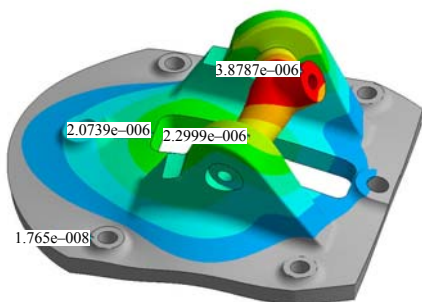


Рис. 1. Деформированное состояние элементов исследованной детали методом конечных элементов

Анализ полученных моделей показал, что наибольшие напряжения возникают на переходных участках между различными поверхностями. Так, на отдельных участках напряжения растяжения достигают 10 МПа и более (рис. 2).

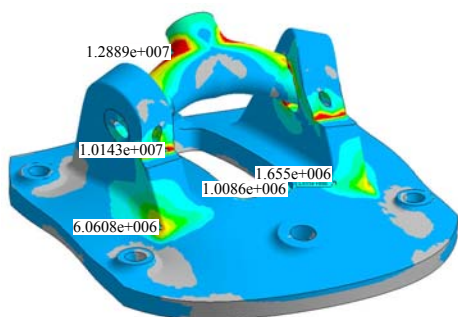


Рис. 2. Напряженное состояние исследованной детали методом конечных элементов

Для предотвращения выхода детали из строя по причине усталостного разрушения литые заготовки кронштейна педали тормозной подвергались термоциклической обработке, включающей: 1 – подготовку заготовок кронштейна педали тормозной (очистка от пыли и грязи); 2 – термоциклирование; 3 – закалку; 4 – старение путем термоциклирования.

Термоциклирование до закалки осуществлялось в интервале температур 350–525°C при скорости нагрева 2,0°C/с в печи и скорости охлаждения 1,5°C/с на воздухе с последующим нагревом до 525°C и закалкой в воду [5]. После закалки производилось старение путем термо-

циклирования до температуры 250°C с последующим охлаждением до 20°C на воздухе [5].

Вместе с заготовкой кронштейна педали тормозной аналогичной термоциклической обработке подвергались образцы-свидетели, изготовленные из слитка, полученного литьем из того же материала, из которого выплавлялись заготовки. Последующие испытания показали, что циклическая долговечность этих образцов увеличилась в 1,4–1,5 раза по сравнению с образцами, подвергнутыми термической обработке по технологии Т5.

Выводы. В результате исследований методом конечных элементов были установлены численные значения прогибов и напряжений, действующих на отдельных участках детали кронштейна педали тормозной, анализ которых показал, что при использовании вторичных сплавов необходимо повышать их механические характеристики. Разработаны технические условия на заготовку кронштейна педали тормозной (ТУ ВУ 100354059.091-2011) и организован на опытном производстве УП «Институт БЕЛНИИЛИТ» выпуск опытной партии деталей из таких материалов.

Показано, что использование термоциклической обработки литейных алюминиевых сплавов, полученных с использованием вторичного сырья, позволяет изготавливать из них детали машин, работающие в условиях циклического нагружения, что дает возможность более эффективно применять такие материалы и снижать себестоимость конечной продукции.

Литература

1. Ефименко, Г. Г. Сталь и альтернативные материалы. Проблемы экономики и экологии / Г. Г. Ефименко, И. Г. Михеева, Т. Н. Павлышин // *Металл и литье Украины*. – 1997. – № 8–9. – С. 3–8.
2. *Металлы и цены. Ценовой каталог металлопродукции и оборудования* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://metal4u.ru/articles/by_id/203. – Дата доступа: 14.05.2011.
3. *Stal.by* [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stal.by/mirovoi-tsvetmet-v-aprele-prognozy-raspugali-investorov>. – Дата доступа: 14.05.2011.
4. Блохин, А. В. Исследование характеристик усталости вторичных литейных алюминиевых сплавов / А. В. Блохин, С. Е. Бельский, Ф. Ф. Царук // *Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообработка. пром-сть*. – 2007. – Вып. XV. – С. 200–205.
5. Способ термической обработки литейных алюминиевых сплавов из вторичного сырья: пат. 12582 Респ. Беларусь, МПК 2006 С 22 F 1/04 / А. В. Блохин, С. Е. Бельский; заявитель Белорус. гос. технол. ун-т. – № а 20081099; заявл. 21.08.08; опубл. 30.10.09.

Поступила 01.03.2013