

**ВЛИЯНИЕ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ИЗНОСОСТОЙКОСТЬ
ВТОРИЧНЫХ СИЛУМИНОВ**

Н. В. Широкобокова, асп.

Запорожский национальный технический университет

На сегодняшний день литейные алюминиевые сплавы широко используются для получения различных деталей в авто- судостроении, железнодорожном транспорте. Эти сплавы обладают как рядом преимуществ (высокая жидкотекучесть, малая плотность, пластичность, коррозионная стойкость и др), так и недостатками (более низкая твердость, чем у сплавов на основе железа, а соответственно меньшая износостойкость). Износ деталей может приводить к увеличению зазоров, образованию овальности, истиранию поверхностного слоя, что в свою очередь будут служить причинами увеличения интенсивности изнашивания, а в дальнейшем приводить к выходу из строя детали.

Для упрочнения алюминиевых сплавов разработаны различные технологии: армирование, анодирование, газотермическое и плазменное поверхностное упрочнение и др., однако перечисленные технологии требуют сложного оборудования, дорогостоящих материалов, дополнительных комплексов для контроля и регулировки процессов упрочнения. Применение лазерного поверхностного упрочнения, которое проводится в локальных местах максимального изнашивания, требует меньших затрат и обеспечивает высокую износостойкость, прежде всего, при трении качения и скольжения [1, 2]. Причем наиболее перспективным этот метод является для упрочнения вторичных силуминов, в структуре которых содержится значительное количество железосодержащих интерметаллидных фаз, что позволяет использовать их в качестве дополнительных легирующих элементов при обработке поверхности.

Цель данной работы заключалась в изучении влияния содержания железа в сплаве и лазерной обработки на износостойкость вторичных доэвтектических алюминиевых сплавов в условиях трения скольжения. Исследования проводились на вторичном сплаве АК8МЗ практически постоянного химического состава по основным элементам: 9,73...9,84% Si, 3,27...3,4% Cu, 0,054...0,060% Mn, 0,067...0,093% Mg, но с различным содержанием железа: 0,4; 0,64; 0,92; 1,1 и 1,45%. На стадии получения отливок расплав обрабатывался модификатором [3], а полученные заготовки были термообработаны по режиму Т6 (закалка + старение). Лазерная обработка проводилась на импульсном лазере «Квант-12» (режим оплавления, $\tau = 4$ мс, $\lambda = 0,6943$ мкм, перекрытие дорожек – 30%), что позволило получить упрочненный слой глубиной около 200 мкм и повысить микротвердость поверхности [4].*

Испытание на изнашивание проводили на типовой машине МИ-1 по схеме диск по диску [5] в условиях трения скольжения без использования смазоч-

* Лазерная обработка проводилась в ЗНУ под руководством д-ра физ.-мат. наук, проф. Гиржона В.В.

ного материала. Образцы из алюминиевого сплава, как и образцы для контртела представляли собой цилиндры диаметром – 40 мм и высотой - 10 мм, образующие исследуемых образцов обрабатывались лазером. Материал контртела - сталь 45 после закалки и высокого отпуска. Усилие прижатия образца к контртелу - 200 Н, время испытания – 90 мин. О скорости изнашивания судили по потере массы образцов, определяемой взвешиванием на аналитических весах с точностью до 0,0002 г, через каждые 10 мин.

Результаты испытаний показали, что для сплавов с содержанием железа от 0,4% до 0,92% кривые потери массы от времени имели практически прямолинейный характер, то есть происходило равномерное изнашивания поверхности. Для сплавов с содержанием железа свыше 1% потери массы после 50 минут испытаний возрастали, что можно объяснить отрицательным влиянием интерметаллидных включений (рис. 1 а). Для образцов, обработанных лазером, скорость изнашивания была равномерной на всем промежутке времени испытаний, но при этом между содержанием железа и величиной потери массы наблюдалась обратно пропорциональная зависимость (рис. 1 б).

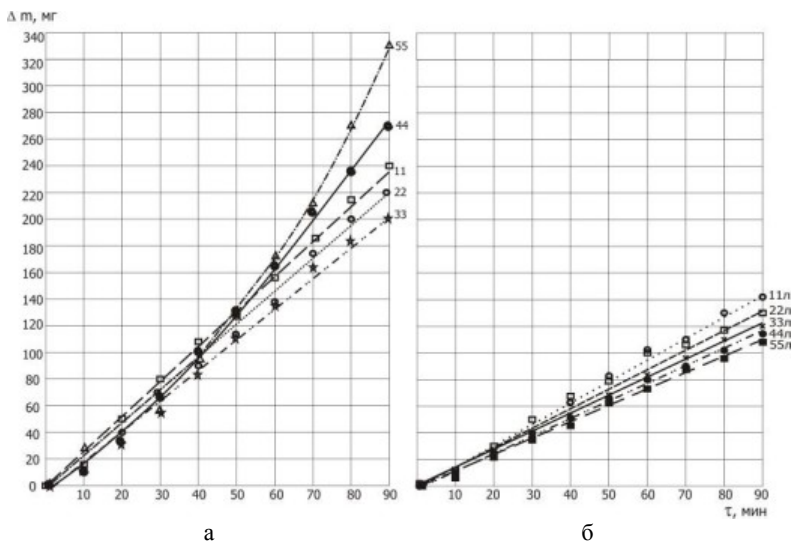


Рис. 1. Зависимости потери массы образцов с различным содержанием железа от времени испытаний: а – в исходном состоянии, б – после лазерной обработки; 11 – 0,4%Fe, 22 – 0,64%Fe, 33 – 0,92%Fe, 44 – 1,1%Fe, 55 – 1,45%Fe

Исследования рабочих поверхностей образцов, не обработанных лазером, после изнашивания показали, что на поверхностном слое видны следы пластического деформирования (наплывы), площадь которых уменьшается с возрастанием содержания железа в сплаве приблизительно до 1% (рис. 2 а, б), и следы от внедрения микронеровностей поверхности контртела, увеличивающихся за счет адгезии между материалами сопряженных поверхностей. Так же на

(рис. 3 а, б, в) видно, что пластическая деформация приводила к изменению структуры подповерхностного слоя. Данные факторы могли способствовать снижению потерь массы образцов при испытаниях (рис. 1 а).

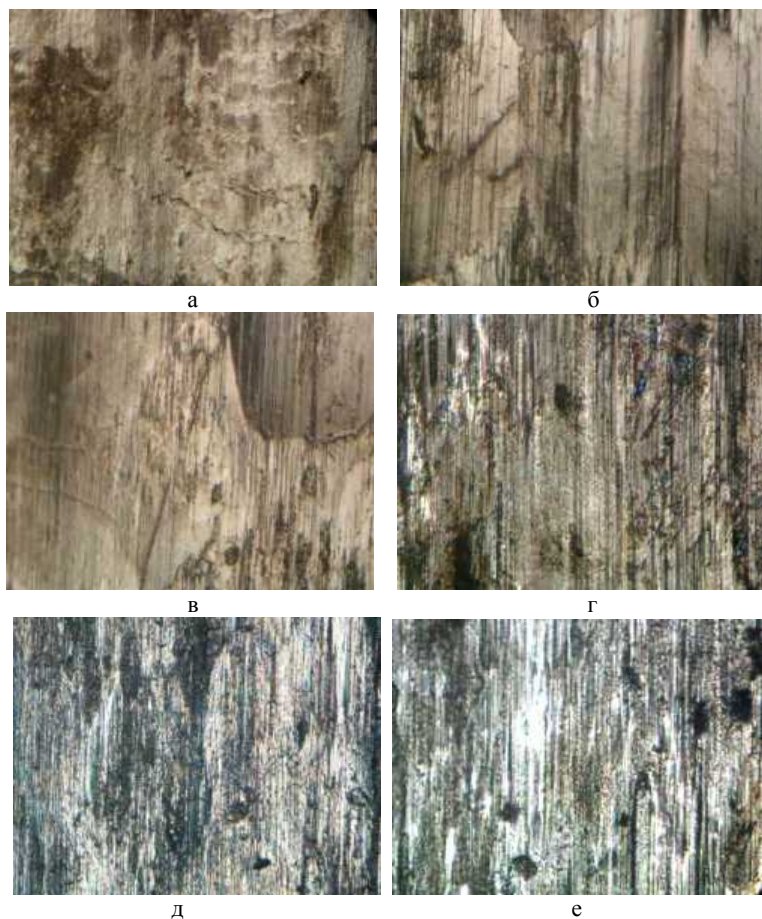


Рис. 2. Поверхность износа образцов с различным содержанием железа (х 150): а, г – 0,4%Fe, б, д - 0,92%Fe, в, е - 1,45%Fe; а, б, в – без лазерной обработки, г, д, е - после лазерной обработки.

В тоже время дальнейшее повышение содержания железа, приводило к образованию в структуре крупных интерметаллидных фаз неблагоприятной формы (рис. 3 в), являющимися концентраторами напряжений и ухудшающие пластичность и вязкость сплава, что, в свою очередь, приводило к увеличению износа.

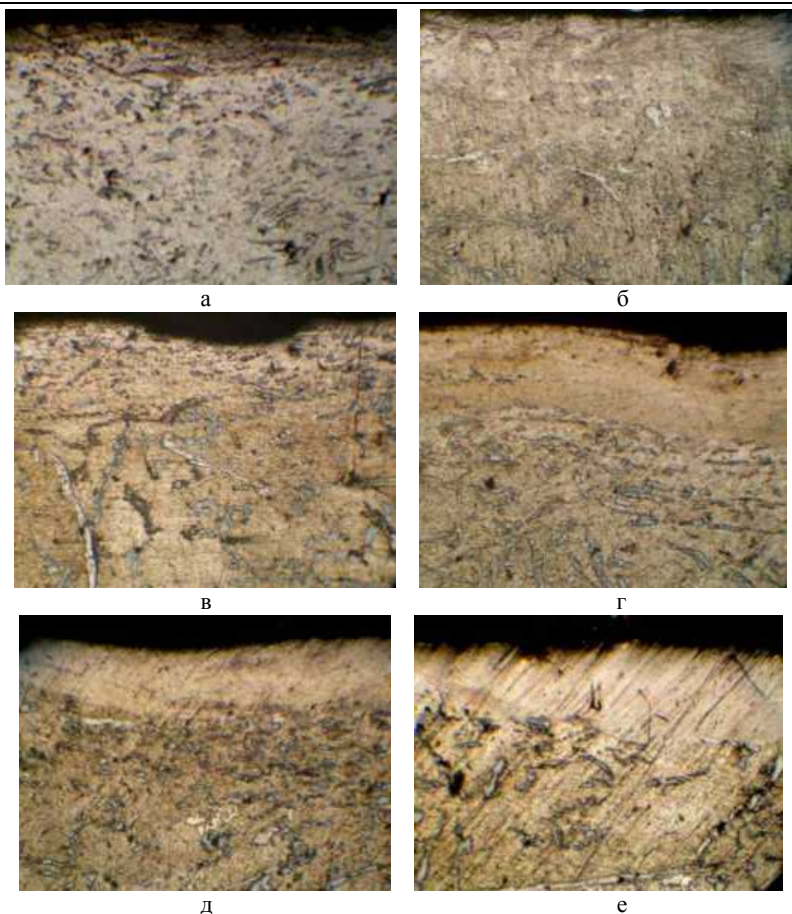


Рис. 3. Поперечный разрез образцов с различным содержанием железа (x170): а, г – 0,4%Fe, б, д - 0,92%Fe, в, е - 1,45%Fe; а, б, в – без лазерной обработки, г, д, е - после лазерной обработки.

Анализ поверхностей образцов, обработанных лазером, после испытаний на износ показал наличие небольших следов пластической деформации и царапин, расположенных почти параллельно пути скольжения (рис. 2 г-е) и образованных, как выше описано, за счет шероховатой поверхности контртела. Причем после проведения эксперимента в сплавах сохранился упрочненный слой глубиной около 100 мкм (рис. 3 г-е).

По результатам эксперимента была построена зависимость потери массы образцов от содержания железа в сплаве (рис. 4). При этом четко видно, что лазерная обработка позволила снизить потери массы образцов в среднем в

2...3 раза на всем интервале содержания железа, в связи с тем, что минимальное изнашивание в условиях трения без смазки наблюдалось при наличии на поверхности относительно однородного и мелкодисперсного оплавленного лазером слоя (рис. 3), что согласуется с литературными данными [2]. Результаты работы показали, что лазерная обработка позволяет уменьшить негативное влияние такой примеси как железо, снизить потери при трении, расширить область применения вторичных алюминиевых сплавов и увеличить срок эксплуатации деталей, работающих в условиях трения.

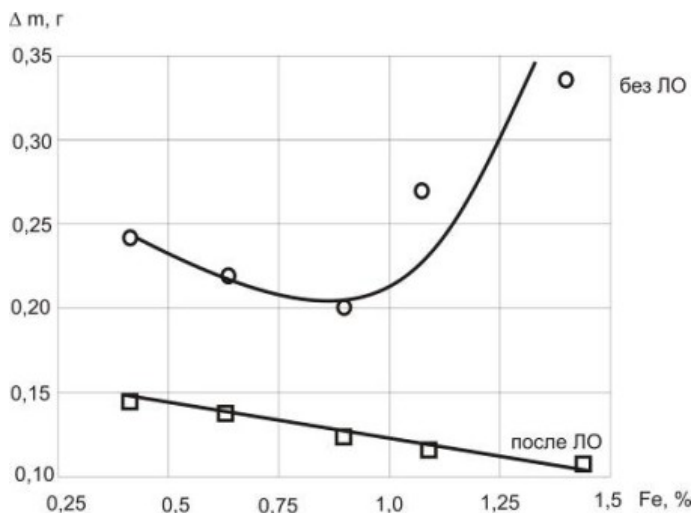


Рис. 4. Зависимость потери массы образцов от содержания железа в сплаве.

Использованная литература

1. Григорянц, А.Г. Основы лазерной обработки материалов [Текст] / А.Г. Григорянц – М., 1989. – 304 с.
2. Бровер, А.В. Особенности лазерной упрочняющей обработки деталей машин и инструмента [Текст] / Упрочняющие технологии и покрытия. – 2008.- №6. – С. 12 – 16.
3. Пат. 32929 Україна, МПК (2006) С22С 1/00. Модифікатор для алюмінієвих сплавів [Текст] / Волчок І.П., Митяєв О.А., Лютова О.В., Широкобокова Н.В., Повзло В.М., заявник і патентоутримувач Запорізький нац. техн. ун-т. - №u200800105; заявл. 02.01.2008; опубл. 10.06.2008, Бюл. №11.
4. Волчок, І.П. Вплив лазерної обробки на структуру та мікротвердість вторинних алюмінієвих сплавів [Текст]/ І.П. Волчок, Н.В. Широкобокова // Строительство, материаловедение, машиностроение. сб. науч. трудов, вып. 55. – Дн-вск, ПГАСА, 2010.- С. 15 – 20.
5. Геллер, Л.М. Машины для испытания материалов на трение и износ [Текст] / Л.М. Геллер, В.С. Голубков, Б.Л. Смушкович и др. – М., 1974. – 56 с.