

Пригунов С. В.
ГП «Укрگیпромез»

Куцова В. З. /д. т. н./, Петров С. С. /к. т. н./
НМетАУ

Повышение механических свойств сложнолегированных силуминов, изготавливаемых из лома и отходов, обработкой расплава однополярным импульсным электрическим током

Рассмотрено влияние обработки расплава однополярным импульсным электрическим током на структуру и свойства промышленных вторичных силуминов АК5М2, АК8М3, АК7. Приведены количественные зависимости структурных и механических характеристик от частоты импульсов электрического тока. Технология модифицирования расплавов импульсным электрическим током позволяет при производстве отливок с успехом использовать силумины, изготовленные из лома и отходов, вместо их аналогов из первичных металлов. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр.: 5 назв.

Ключевые слова: силумины, лом, отходы, расплав, однополярный импульсный электрический ток

The influence of smelt processing by unidirectional impulsive electric current on the structure and properties of industrial secondary alpx AK5M2, AK8M3, AK7 is considered. Quantitative dependences of structural and mechanical characteristics on impulse frequency of electric current are given. Modification technology of smelt by impulsive electric current, while castings manufacturing, allows to use alpx successfully, which are produced from scrap, instead of their analogues from primary metals.

Keywords: alpx, scrap, wastes, smelt, unidirectional impulsive electric current

Благодаря высокому комплексу физико-механических свойств литейные алюминиевые сплавы широко используются в качестве конструкционных материалов в различных отраслях промышленности. Расширение производства силуминов сдерживается возросшими затратами на производство алюминия. Альтернативой экономии первичного алюминия, снижения энерго- и материалоемкости металлопродукции являются лом и отходы. Однако из-за повышенного содержания примесей, прежде всего – железа, вторичные силумины характеризуются пониженным уровнем механических свойств, таких как прочность и пластичность.

Предлагаемая работа посвящена решению проблемы нейтрализации вредного влияния железа в сложнолегированных силуминах, изготовленных из вторичного сырья, путем использования нетрадиционного метода жидкофазной обработки импульсным электрическим током.

Исследования модельных силуминов Al – 8 % Si – 0,9 % Fe, Al – 8 % Si – 0,9 % Fe [1] показали, что структурообразование сплавов после жидкофазной обработки однополярным импульсным электрическим током (ОИЭТ) в большей степени зависят от варьирования частотой импульсов, а не плотностью электрического тока. Поэтому эксперименты на промышленных силуминах проведено при постоянном значении плотности электрического тока – на ее нижней границе [2]. Частоту импульсов изменяли в пределах от 50 до 100 000 Гц.

Обработку расплава импульсным электрическим током осуществляли с использованием двух типов генераторов. Один из них питался от аккумулятора и вырабатывал сигнал, вид которого приведен на рис. 1. Второе устройство – от бытовой электрической сети, что значительно сокращает затраты и время при обслуживании оборудования как в лабораторных, так и промышленных условиях. Тип сигнала, который он генерирует, предусматривает возможность изменения плотности электрического тока в полупериоде от 0 до j_{\max} , что фактически обеспечивает обработку расплава в достаточно широком диапазоне. Кроме того, второе устройство позволяет достигать большего перераспределения ионов компонентов между кластерами и областями разупорядочения в расплаве [3], что повышает степень модифицирования сплава. При более низких плотностях тока это приводит к изменениям структуры жидкости. При последующем затвердевании осуществляется нестационарная кристаллизация в условиях высокого концентрационного переохлаждения [4, 5].



Рис. 1. Форма сигнала при обработке расплава импульсным электрическим током при использовании различных типов генераторов: питание от аккумулятора

Микроструктурные исследования образцов промышленных силуминов, изготовляемых из лома и отходов, доказали эффективность жидкофазной обработки электрическим током (рис. 2).

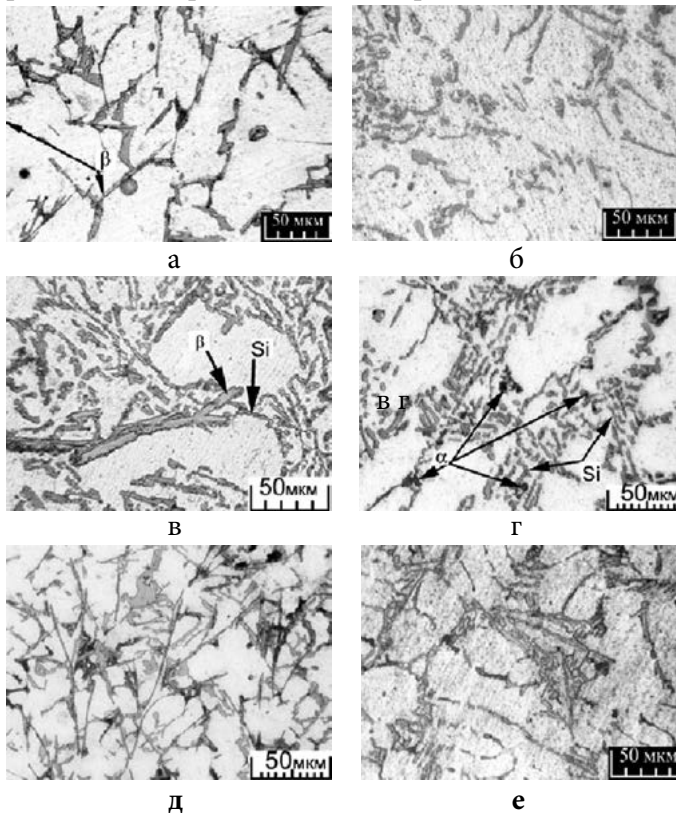


Рис. 2. Микроструктура промышленных силуминов: а, б – АК5М2; в, г – АК8М3; д, е – АК7; а, в, д - исходное состояние; б, г, е – после обработки электрическим током по оптимальному режиму

Для всех сплавов наблюдалось увеличение объемной доли разветвленной фазы α при уменьшении количества игольчатого интерметаллида β - (рис. 3), вплоть до полного исчезновения последнего. Результаты количественного металлографического анализа (рис. 3а) коррелируют с результатами механических испытаний (рис. 3б, в). Они позволили установить оптимальные режимы обработки расплавов ОИЭТ.

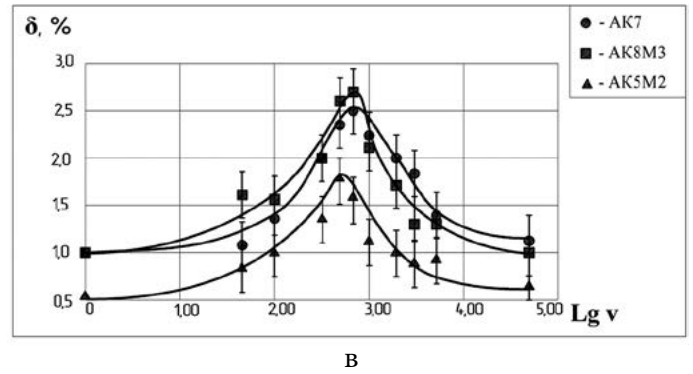
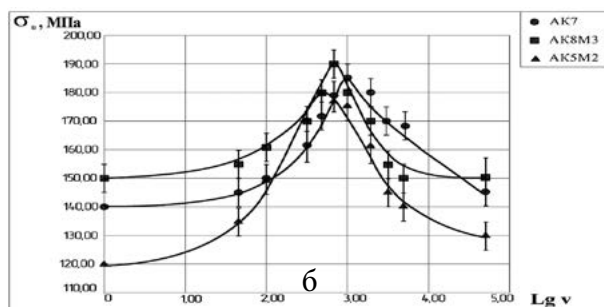
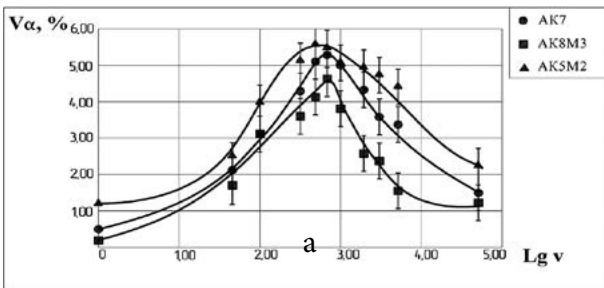


Рис. 3. Изменение структурных и механических характеристик в зависимости от частоты импульсов электрического тока: а – объемной доли фазы (V , %); б – предела прочности (σ , МПа); в – относительного удлинения (δ , %)

В таблице приведены механические характеристики вторичных промышленных сплавов АК5М2, АК8М3 и АК7, обработанные в жидком состоянии однополярным импульсным электрическим током по оптимальным режимам, в сравнении с их аналогами, выплавленными из первичных материалов, АК5М (АЛ5), АК5Мч (АЛ5-1), АК8М, АК7ч.

Таблица. Механические свойства доэвтектических литейных силуминов

Марка сплава	Показатели механических свойств в литом состоянии					
	Без обработки электрическим током			После обработки электрическим током по оптимальному режиму		
	$\sigma_{0.2}$, МПа	δ , %	НВ	$\sigma_{0.2}$, МПа	δ , %	НВ
АК5М2	120	0,5	65	180	1,8	70
АК5М (АЛ5)	160	1,0	60	-	-	-
АК5Мч (АЛ5-1)	180	1,0	60	-	-	-
АК8М3	150	1,0	70	190	2,7	80
АК8М	190	2,0	70	-	-	-
АК7	140	1,0	60	180	2,5	70
АК7ч	160	1,5	70	-	-	-

Как видно на графиках (см. рис. 3) и из таблицы, обработка расплавов АК5М2, АК8М3 и АК7 однополярным импульсным электрическим током приводит к одновременному повышению уровня характеристик их прочности и пластичности в среднем более чем на 30 %.

Такой рост механических свойств позволяет удовлетворить нужды машиностроения в литейной продукции (детали топливной и тормозной аппаратуры, головки блока цилиндров двигателей и прочие) при снижении ее себестоимости путем замены первичных сплавов АК5М (АЛ5), АК5Мч (АЛ5-1), АК8М, АК7ч

на силумины, изготавливаемые из лома и отходов.

Библиографический список

1. Структурообразование доэвтектических силуминов после воздействия на расплав электрического тока / С. С. Петров, А. Г. Пригунова, С. В. Пригунов // МТОМ. – 2006. – № 4. – С. 43-52.
2. Заявка на винохід. Спосіб виробництва ливарних сплавів на основі алюмінію № 2011 01616 від 22.02.2011,- № 5119/3А/11/ Петров С. С., Пригунов С. В., Пригунова А. Г., Ключник Д. М.
3. К вопросу о механизме модифицирования силуминов обработкой расплавов электрическим током / С. С. Петров, А. Г. Пригунова, С. В. Пригунов // МТОМ. – 2007. – № 4. – С. 26-33.
4. Структурные и фазовые превращения в си-

лумах под воздействием жидкофазной обработки электрическим током / С. С. Петров, А. Г. Пригунова, С. В. Пригунов, Д. М. Ключник // Металлофизика и новейшие технологии. – 2008. – Т. 30. – № 8. – С. 1129-1137.

5. Структурные превращения в расплавах силуминов при жидкофазной обработке постоянным импульсным электрическим током / С. С. Петров, А. Г. Пригунова, С. В. Пригунов // Тр. XIII Российской конференции «Строение и свойства металлических и шлаковых расплавов». - Екатеринбург: Уральский центр академического обслуживания, 2011. - Т. 4. - С. 165-168.

Поступила 31.01.2014



УДК 621.762:669.2

Наука

Пинчук С. И. /д. т. н./, Внуков А. А.
НМетАУ

Структура и свойства изделий из электролитических медных порошков, синтезированных по традиционной и оптимизированной технологиям

Проведен сравнительный анализ физических и механических свойств спеченных конструкционных электроконтактных материалов, произведенных из различных типов медного электролитического порошка. Исследовано влияние размера, а также состояния и морфологии поверхности частиц электролитического медного порошка на прочность, пористость, твердость и удельное электросопротивление спеченных медных электроконтактных материалов. Ил. 2. Табл. 3. Библиогр.: 6 назв.

Ключевые слова: медный порошок, электроконтактный материал, химическая стабильность, морфология поверхности, структура, спекание, прессование, физико-механические свойства, пористость, электросопротивление, прочность, твердость

Comparative analysis of the physical and mechanical properties of sintered electrical-engineering materials produced from various types of electrolytic copper powder is fulfilled. Influence of particles size, condition and morphology of their surface of electrolytic copper powder on strength, porosity, hardness and electrical resistivity of sintered copper electrocontact materials is analyzed.

Keywords: copper powder, electrocontact material, chemical stability, morphology of surface, structure, sintering, pressing, physico-mechanical properties, porosity, electrical resistivity, strength, hardness

Постановка проблемы

На свойства спеченных порошковых материалов и изделий существенное влияние оказывают их макро- и микроструктура, формирование которых происходит либо без расплавления основного компонента твердой фазы, либо при наличии ограниченного объема жидкой фазы. Структурообразование таких материалов происходит под воздействием многих факторов, важнейшие из которых: методы формования, температуры, скорости нагрева и длительности спекания, скорости охлаждения после спекания, составы защитных сред, режимы термической обработки и др. В значительной степени макро- и микроструктура материалов

зависит не только от названных факторов их формирования, но и от условий синтеза и свойств металлических порошков [1].

Наряду с такими важными свойствами как химический состав, дисперсность, распределение и количественное соотношение фаз, размеры зерен, на механические и физико-химические свойства изделий из металлических порошков большое влияние оказывают также форма их частиц, величина межчастичных контактов и пористость спеченного материала, являющаяся самостоятельным структурным фактором.

Структурными составляющими спеченных порошковых материалов являются металлическая