

УДК 621.74, 669.715

МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНАЯ ОБРАБОТКА АЛЮМИНИЕВОГО ЗАЭВТЕКТИЧЕСКОГО СПЛАВА

© Скороумов А.К., Черников Д.Г.

*Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева, г. Самара, Российская Федерация*

e-mail: andreyskoroumov@mail.ru

Особенности строения заэвтектических силуминов (ЗЭС) способствуют их уникальному комплексу свойств: высокой жидкотекучести, малой усадке, хорошей свариваемости, износостойкости, низкому коэффициенту линейного расширения. Однако их структурное строение приводит к низкой пластичности, что делает данные сплавы трудно деформируемыми. В связи с этим был предложен метод магнитно-импульсной обработки (МИО) расплава с целью улучшения механических свойств ЗЭС при пластической деформации, что позволит значительно расширить область их промышленного применения.

Основными преимуществами МИО перед традиционными способами модифицирования являются минимальное время обработки (менее 1 минуты), бесконтактный характер воздействия, что способствует неизменности химического состава сплава и экологичности [1]. Основываясь на опыте предыдущих исследований, МИО расплава осуществлялась по осевой схеме, при которой плоский многовитковый индуктор установлен над зеркалом обрабатываемого расплава [1]. Основные режимы МИО расплава AL-22 МАСС. % Si обрабатываемых образцов приведены в таблице.

Таблица – Параметры магнитно-импульсной обработки расплава

Маркировка опытных образцов	Режимы МИО	
	Энергия разряда (W), кДж	Количество импульсов разряда (n), шт.
0 (контрольный)	–	–
1	3	15
2	5	20
3	5	5
4	1	25
5	1	5

Обработку и анализ микроструктуры проводили с помощью программно-аппаратного комплекса SIAMS 800 Photolab. Измерения электропроводности образцов осуществляли с помощью вихретокового структуроскопа ВЭ-27НЦ/4-5.

Предварительно перед прокаткой образцы подвергали гомогенизирующему отжигу при температуре 470°C в течение 3 часов. Прокатку образцов проводили на лабораторном прокатном стане фирмы DIMAMaschinenGmbH модели K220-75/300, в качестве смазки использовали смазочно-охлаждающую жидкость на базе СТАЛ-3. Скорость прокатки составляла 5 м/мин.

Количественная оценка микроструктуры полученных литых опытных образцов, а также средние значения электропроводности в литом состоянии приведены на

рисунке. Из анализа микроструктуры видно, что при воздействии на расплав по режиму 2 (5 кДж, 20 имп.) наблюдается максимальное измельчение кристаллов первичного кремния (Si_n) в 2,5 раза. Кроме того, подобное интенсивное воздействие на расплав приводит к эволюции морфологии структуры, чем обусловлено образование дендритной структуры. Данные по микроструктуре и электропроводности хорошо согласуются между собой, так как наибольшее значение электропроводности наблюдается также у образца, полученного при режиме 2.

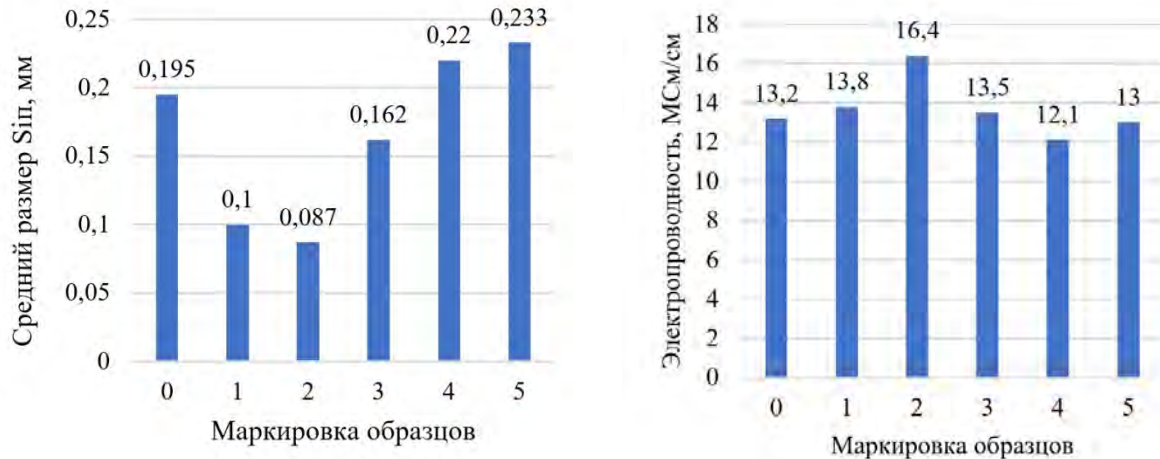


Рисунок – Средний размер Si_n и электропроводность литых опытных образцов

Все образцы удалось прокатать до толщины 1 мм, что соответствует 92 % суммарной деформации. В процессе прокатки образца, полученного режимом обработки 2, не наблюдается внутренних разрушений. Это связано с измельчением Si_n и с достижением модифицированной дендритной структуры. В дальнейшем удалось прокатать данный образец до значения толщины 0,3 мм. При суммарной деформации всех образцов, равной 92 %, средний размер Si_n примерно выравнивается, из чего следует, что на внутренние разрушения во время пластической деформации основное влияние оказывает структура и строение сплава в литом состоянии.

Полученные данные свидетельствуют о том, что МИО оказывает наследственное влияние на измельчение кристаллов Si_n , что способствует возможности пластического деформирования ЗЭС методами обработки металлов давлением. Применение ЗЭС с измельченными кристаллами Si_n в сочетании с комбинированными технологиями прокатки позволило добиться суммарной степени деформации до 98 %. Также был выделен наиболее эффективный режим обработки расплава Al-22 масс. % Si с энергией воздействия $W = 5$ кДж и числом импульсов воздействия $n = 20$.

Следует продолжить исследования с целью дальнейшего определения оптимальных режимов модифицирования жидких ЗЭС зародышевыми модификаторами, физическими и комбинированными способами обработки.

Библиографический список

1. Никитин К.В., Никитин В.И., Тимошкин И.Ю., Глушечков В.А., Черников Д.Г. Обработка расплавов магнитно-импульсными полями с целью управления структурой и свойствами промышленных силуминов // Известия вузов. Цветная металлургия. 2016. № 2. С. 34–42.