

ПРОГРЕССИВНЫЕ МЕТОДЫ ВЛИЯНИЯ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ ЗАЭВТЕКТИЧЕСКИХ СИЛУМИНОВ

Заэвтектические силумины являются материалом, нашедшим широкое применение в двигателестроении (монолитные блоки цилиндров двигателей внутреннего сгорания, цилиндро-поршневая группа, насосы системы охлаждения). Помимо этого, заэвтектические силумины являются основой создания композитных литых материалов той же области применения. При определённых параметрах этот материал может использоваться в деформационных технологических процессах.

Микроструктура заэвтектических Al-Si сплавов состоит из кристаллов первичного кремния, основной эвтектической составляющей (Al-Si), возможного ряда эвтектик в незначительном количестве (связано с легированием сплава) и при формировании в неравновесных условиях содержит α -Al фазу.

Общая доля литья из силуминов составляет примерно 90% от всех литых алюминиевых сплавов. В значительной степени ресурс повышения свойств этой группы сплавов в рамках традиционных технологий исчерпан. Основные проблемы, требующие решений – это минимизация размеров кремниевых фаз и устойчивая регламентированное формирование неравновесной α -Al фазы.

Это возможно при использовании перспективной технологии обработки расплава модифицирующими микрокристаллическими фосфорсодержащими лигатурами на основе медь-фосфористого сплава, лигатурами Al-P, Al-Cu-P, мастер-сплавами Al-Si, полученными по специальной технологии.

В настоящей работе рассмотрено влияние перечисленных модифицирующих лигатур на формирование структуры заэвтектического силумина AlSi19Cu3 в сравнении с обработкой стандартной медь-фосфористой лигатурой.

В качестве оценочных параметров микроструктуры заэвтектического силумина были приняты доля включений кристаллов первичного кремния длиной до 30 мкм (таблица 1) и линейные размеры, площадь, периметр и количество включений на единицу площади (всего 9 параметров, программная оценка), данные приведены в таблице 2.

По характеру воздействия предполагается задействование механизма зародышеобразования на основе соединения Al-P с параметрами кристаллической решётки, близкими к параметрам решётки первичного кремния. Как видно из приведенных данных, все использованные для обработки расплава заэвтектического силумина модифицирующие лигатуры обладают высокой эффективностью, однако степень диспергирования структуры значительно выше в случаях использования микрокристаллической Al-Cu-P лигатур и мастер-сплава.

Следует отметить необходимость применения технологического временного диапазона для усвоения как стандартной так и микрокристаллической лигатур Cu-P (до 30 минут). Однако равномерность распределения включений первичного кремния при использовании микрокристаллической лигатуры выше.

Таблица 1. Общая и кумулятивная доля кристаллов первичного кремния в заэвтектическом силумине AlSi19Cu3 при разных способах обработки (условная граница дисперсности кристаллов первичного кремния не выше 30 мкм).

Способ обработки сплава	Доля включений в образце толщиной 20 мм	Доля включений в образце толщиной 12 мм	Доля включений в образце толщиной 6 мм
	Кумулятивный %	Кумулятивный %	Кумулятивный %
Стандартная лигатура	38	54	97
Микрокристаллическая лигатура	85	92	100
Мастер-сплав	98	100	100
Лигатура Al-Cu-P	97	100	100

Использование приведенных лигатур может быть рекомендовано для применения в технологических процессах изготовления из заэвтектических силуминов деталей ответственного назначения, таких как монолитные блоки цилиндров двигателей внутреннего сгорания, поршни, гильзы цилиндров и пр.

Таблица 2. Количественная характеристика параметров кристаллов первичного кремния и α -фазы при разных технологических воздействиях на расплав и скоростях кристаллизации (толщине образцов)

№ п/п	Толщина образца, мм	Среднее количество включений КПК, шт/см ²	Средняя относит. площадь КПК в структуре, %	Средний периметр КПК, мкм	Средняя длина КПК, мкм	Средняя ширина КПК, мкм	Средняя площадь КПК, мкм ²	Среднее отношение осей КПК	Средняя округленность (roundness) КПК	Средняя относит. площадь α -фазы в структуре, %	Технологическое воздействие на расплав
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	20	175	8,31	91,81	29,99	19,86	475,1	1,78	1,81	23,56	Стандартная Si-P лигатура
2	12	224	7,58	73,95	25,14	16,23	339	1,88	1,65	22,51	Стандартная Si-P лигатура
3	6	365	7,93	58,72	20,13	13,33	217,1	1,78	1,55	23,85	Стандартная Si-P лигатура
4	20	342	11,75	72,08	25,32	16,05	343,8	1,87	1,58	30,63	Микрокристаллическая Si-P лигатура
5	12	435	8,86	55,3	19,21	12,45	203,8	1,87	1,56	33,21	Микрокристаллическая Si-P лигатура
6	6	755	8,78	41,79	14,76	9,8	116,3	1,72	1,42	33,73	Микрокристаллическая Si-P лигатура
7	20	325	8,45	64,68	22,06	14,84	274,07	1,7	1,53	27,26	Лигатура Al-Si-P
8	12	447	8,15	50,91	17,77	11,46	183,85	1,83	1,51	29,94	Лигатура Al-Si-P
9	6	450	8,43	52,39	18,05	12,69	187,41	1,59	1,41	31,01	Лигатура Al-Si-P
10	20	596	8,4	46,08	16,37	10,63	140,74	1,8	1,44	35,35	Мастер-сплав
11	12	739	7,67	42,55	14,37	9,4	103,82	1,76	1,67	34,82	Мастер-сплав
12	6	1030	6,99	36,43	12,03	7,85	67,85	1,74	1,84	36,61	Мастер-сплав