

РЕАЛИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА РАСПЛАВЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

**В. Б. Деев, С. А. Цецорина, А. В. Прохоренко,
В. Н. Алхимов, Д. В. Воробьева**
Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия

Применение повышенного количества лома и отходов при производстве отливок из алюминиевых сплавов способствует насыщению расплавов неметаллическими включениями, газами и микронеоднородностями различных размеров и составов, приводит к увеличению содержания в сплавах нежелательных примесей, грубокристаллическому строению структуры, пористости и другим негативным явлениям. Все это значительно снижает качество литых изделий.

Исследование влияния различной шихты на свойства сплава АК7ч показало (таблица 1), что чем больше в шихте содержится лома и отходов, тем ниже уровень механических свойств в литом состоянии и повышенное содержание неметаллических включений. При этом химический состав полученных сплавов интервалов соответствовал составу АК7ч. То есть, попадание в регламентируемые ГОСТ 1583-93 интервалы содержания основных и примесных компонентов еще не гарантируют получение мелкозернистой структуры и качественного литья. Рафинирование сплавов (таблица 1) не дает достаточного эффекта при содержании в шихте вторичных материалов более 30 %.

Следует заметить, что отдельные не-

удачи по работе с вторичными материалами создали о них мнение как о нежелательных составляющих шихты. Между тем, разница в цене между чушковыми и вторичными материалами составляет, в среднем, в 2...2,5 раза. И если бы удалось увеличить их содержание в шихте до 80...100 % при гарантированном получении необходимого уровня механических свойств (не ниже требований ГОСТ 1583-93), то это позволило бы получить существенную экономию при производстве отливок.

Представляется, что для получения качественных отливок с использованием повышенного количества лома и отходов помимо тщательной организации сбора, сортировки и подготовки шихтовых материалов и учетом наследственности используемой шихты необходимо создание эффективных технологий рафинирующей и модифицирующей обработки расплавов в процессе плавки, заливки в литейные формы, кристаллизации. Из всех существующих способов обработки металлических расплавов перспективы имеют физические воздействия, которые показали [1, 2] свою эффективность в технологиях получения качественного литья.

Таблица 1 – Свойства сплава АК7ч при различном содержании лома и отходов в шихте

Используемая шихта, %	Свойства сплава (без рафинирования / с рафинированием) ¹		
	σ_B , МПа	δ , %	Al_2O_3 , %
100 чушковых материалов	202/210	4,3/5,0	0,032/0,028
70 чушковых материалов + 30 лома и отходов ²	186/197	3,6/4,2	0,044/0,034
50 чушковых материалов + 50 лома и отходов	178/190	3,2/3,5	0,052/0,043
30 чушковых материалов + 70 лома и отходов	162/170	2,3/2,7	0,061/0,054
100 лома и отходов	149/155	1,5/1,8	0,068/0,063
¹ рафинирование осуществляли флюсом «МХ3»;			
² лом и отходы во всех вариантах составляли: 50...55 % – мелкого лома и отходов сплава АК7ч, 45...50 % – брикетированной стружки состава АК7ч			

РЕАЛИЗАЦИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА РАСПЛАВЫ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ЛИТЕЙНЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Физические (или внешние) воздействия на расплавы при плавке, заливке, кристаллизации (температурная обработка – термовременная (ТВО), термоскоростная (ТСО) и др.; ультразвук; вибрация; электрические и магнитные поля; несинусоидальные электромагнитные импульсы и т.д.) относят к технологиям физического модифицирования структуры (хотя термин этот в настоящее время еще не совсем «прижился» в производственной среде), оптимальная реализация которых позволяет использовать повышенное количество лома и отходов при плавке, нивелировать действие нежелательных примесей и получать алюминиевые сплавы с мелкозернистой структурой, заданным химическим составом, требуемым уровнем содержания газовых и неметаллических включений и комплекса свойств [3]. Физические воздействия имеют неоспоримые преимущества по сравнению с другими способами обработки расплавов – более благоприятная экологическая обстановка; не используются дорогостоящие модификаторы; не изменяется химический состав расплава во время плавки, что, в отличие от технологий с использованием элементов-модификаторов, не приводит к накоплению в сплавах при дальнейших переплавах излишнего количества примесей. Но практическое применение таких ресурсосберегающих технологий для фасонного литья из алюминиевых сплавов сдерживается из-за недостаточной изученности процессов.

На кафедре литейного производства СибГИУ за период 2001–2011 гг. проведены исследования влияния различных способов обработки расплавов физическими воздействиями: при плавке (термовременная обработка (ТВО)), заливки (магнитное поле), кристаллизация (вибрация, электрический ток), а также различные комплексные воздействия. Результаты показали, что тщательный анализ всего технологического процесса, включающий сортировку шихты с учетом наследственности, оптимизацию температурных режимов плавки (проведение ТВО), выбор рациональной технологии рафинирования (которое является обязательной операцией), использование электромагнитных воздействий, позволит заложить требуемый «резерв» в качество получаемого литья. Особую целесообразность имеет применение ТВО расплава в комплексе с электромагнитными воздействиями [4, 5] – магнитным полем при

заливке, электрическим током при кристаллизации (для этого были сконструированы специальные устройства). При этом обработка расплава электрическим током при кристаллизации должна учитывать конфигурацию и массу обрабатываемой отливки с целью рационального подвода токопроводящих элементов и равномерной обработки расплава током определенной плотности в полости формы. Как правило, оптимальные режимы обработки определяются дополнительными экспериментами в каждом конкретном случае.

Вышеперечисленные технологии способствуют снижению пористости, формированию в сплаве мелкозернистой структуры и повышению механических, технологических и эксплуатационных свойств. Количество вторичных материалов в шихте (особенно при использовании комплексной обработки с обязательной ТВО расплава) может быть повышено (в среднем) – до 70...90 %. При этом при использовании физических воздействий (как отдельно, так и в комплексе) – ТВО, магнитного поля при заливке, электрического тока при кристаллизации у сплавов АК7ч, АК5М2, АМ5 выявлено устойчивое повышение механических свойств в литом состоянии (в среднем): σ_B – на 17...35 %; δ – на 40...100 %; повышение жидкотекучести – на 10...30 %; снижение пористости (до 1-2 балла).

Список литературы:

1. Специальные способы литья: справочник / В.А. Ефимов, Г.А. Анисович, В.Н. Бабич и др.; под общ. ред. В.А. Ефимова. – М.: Машиностроение, 1991. – 736 с.
2. Ершов Г.С. Высокопрочные алюминиевые сплавы на основе вторичного сырья / Г.С. Ершов, Ю.Б. Бычков. – М.: Металлургия, 1979. – 192 с.
3. Ловцов Д.П. Перспективные технологические методы управления качеством отливок / Д.П. Ловцов // Литейщик России. 2004. № 6. С. 8–10.
4. Цецорина С.А. Исследование влияния магнитного поля на свойства литейных алюминиевых сплавов и разработка ресурсосберегающей технологии их получения. Автор-т дисс. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. – Новокузнецк: СибГИУ, 2008. 19 с.
5. Деев В.Б. Влияние электромагнитных воздействий на свойства литейных алюминиевых сплавов / В.Б. Деев // Вестник горно-металлургической секции РАЕН: сб. науч. тр. Вып. 27 – М.: Новокузнецк: СибГИУ, 2011. С. 117–122.