

РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ОТЛИВОК ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ ПРИ ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

**В. Б. Деев¹, К. В. Пономарева¹, А. С. Юдин²,
А. В. Прохоренко¹, Д. В. Воробьева¹**

Сибирский государственный индустриальный университет¹,
ООО «НПП Вектор Машиностроения»²
г. Новокузнецк, Россия

Технологический процесс литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) в настоящее время можно отнести к одному из эффективных и перспективных способов получения высококачественных тонкостенных отливок, обладающих заданной размерной точностью, требуемой чистотой поверхности и другими свойствами [1, 2]. Все более широкое распространение данная технология находит при производстве алюминиевых изделий.

Технологический процесс литья по газифицируемым моделям весьма сложен и включает достаточно много операций, начиная от подготовки полистирола и заканчивая выбивкой отливок.

Следует отметить, что технология плавки и состояние расплава перед заливкой в литейные формы может оказать значительное влияние на качество получаемого литья. Особенно это весьма актуально при реализации ресурсосберегающих технологий, когда используется повышенное количество вторичных материалов в шихте [3 – 6]. Однако в технологиях ЛГМ вопросам технологии плавки уделяется недостаточное внимание. А все усилия технологов сконцентрированы, как правило, на проблемах, связанных с технологией литейной формы – процессах изготовления моделей, модельных блоков и литниковой системе, размещению «кустов» в опоках, формовке, вакуумированию, заливке и т. д.

Между тем, применение при плавке повышенного количества вторичных материалов в шихте даже при стабильном течении технологического процесса может приводить к пористости, неспаям и другим видам литейных дефектов и брака, что значительно снижает механические и эксплуатационные свойства алюминиевого литья.

Технология плавки в этом случае должна включать эффективные приемы обработки

расплава, такие как термовременная обработка по оптимальным температурным режимам и рафинирование [5], а также оптимальную температуру заливки в литейные формы. К сожалению, температуры перегрева и заливки, и способ рафинирования определяются индивидуально в каждом конкретном случае и зависят от типа производства, плавильного агрегата, марки получаемого сплава, габаритов и массы будущей отливки, «сложности» литейной формы и других факторов. Следует признать, что в результате всего перечисленного процесс получения изделий требуемого качества усложняется с инженерной точки зрения. Тем не менее, разработка эффективной технологии плавки алюминиевых сплавов при ЛГМ является целесообразным.

В данной работе приведены результаты исследования влияния температурных режимов плавки и заливки сплава АК7 на качество герметичных отливок «Крышка корпуса газоанализатора», полученных литьем по газифицируемым моделям в условиях ООО «НПП Вектор Машиностроения».

Шихтовые материалы включали: чушковый силумин АК7 (10...15 %), возврат и отходы сплава АК7 (около 85...90 %). Плавку проводили в печи ИСТ-0,16. Варьировали температуру перегрева расплава в разных плавках от 800 до 1000 °С с шагом ~ 50 °С. Время выдержки расплава при температуре перегрева во всех вариантах составляло 5...6 мин. Температура заливки расплава в зависимости от варианта плавки варьировалась от ~ 800 до ~ 900 °С. Заливку в литейную форму осуществляли через ССФ-0,6.

При изготовлении газифицируемых моделей использовался полистирол фирмы STYROCHEM. Готовые модельные блоки (4 «куста» по 8 моделей) с помощью специального устройства помещали вертикально в

подвешенном состоянии в опоку размером 700 x 700 x 700. Устройство для вертикального размещения модельных блоков состояло из передвижной станины, вертикальной стойки, горизонтальной стойки и передвижной рейки. Засыпку песка в опоку проводили одновременно с ее вибрацией, которую осуществляли на опоке посредством закрепленных на ней 2 электрических вибраторов мощностью 3000 об/мин. Частота вибрации составляла ~ 36 Гц. Затем опоку накрывали пленкой, размещали заливочное устройство (состоящее из горизонтальной рамки с пазами и двух цилиндрических емкостей, устанавливаемых через пазы в рамку), вакуумировали литейную форму и производили заливку расплава. После охлаждения осуществляли выбивку отливок, опилровку, зачистку (пескоструйно). Для выявления качественных показателей литья по существующим на предприятии критериям оценивали чистоту поверхности и размерную точность отливок.

Если в одной серии в 4 «кустах» из 32 отливок более 3 отливок суммарно или по отдельности не удовлетворяли тому или иному требуемому показателю, то вариант перегрева и заливки считался «неэффективным» для данной технологии. Если в каком-либо варианте в любой серии наблюдался недостаточный «прожог» пенополистирольного модельного блока в любой его части, то вариант технологии относили к «неэффективным». Кроме того, если в в каком-либо варианте в любой серии из случайной выборки 10 годных отливок хотя бы 1 отливка имела по пористости балл выше 3-го (определенный по методике ВИАМ согласно ГОСТ 1583-93), то этот вариант технологии также считался «неэффективным».

Влияние температуры перегрева ($T_{\text{ПЕР}}$) и заливки ($T_{\text{ЗАЛ}}$) расплава на качественные показатели отливок в ходе проведения нескольких серий производственной апробации показано в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние температуры перегрева и заливки расплава на качество отливок

Температуры перегрева и заливки		Качественные показатели (по 3 сериям каждого варианта технологии плавки и заливки)			Недостаточный прожог и (или) пористость	Заключение по технологии
Вариант	$T_{\text{ПЕР}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{ЗАЛ}}, ^\circ\text{C}$	Чистота поверхности	Размерная точность		
11	990...1000	870...880	неудовлет.	удовлет.	есть	неэффективная
22		820...830	удовлет.	удовлет.	есть	неэффективная
33		780...790	неудовлет.	неудовлет.	есть	неэффективная
44	940...950	870...880	удовлет.	неудовлет.	есть	неэффективная
55		820...830	удовлет.	удовлет.	нет	эффективная
66		780...790	неудовлет.	неудовлет.	есть	неэффективная
77	880...890	870...880	удовлет.	удовлет.	есть	неэффективная
88		820...830	удовлет.	удовлет.	нет	эффективная
99		780...790	неудовлет.	неудовлет.	есть	неэффективная
110	830...840	820...830	удовлет.	удовлет.	есть	неэффективная
111		780...790	неудовлет.	неудовлет.	есть	неэффективная
112	790...800	780...790	неудовлет.	неудовлет.	есть	неэффективная

ТЕХНОЛОГИИ ДИСПЕРСНОГО УПРОЧНЕНИЯ ЛИТОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ИЗОТЕРМИЧЕСКОЙ ШТАМПОВКИ

Экспериментальные результаты показывают (таблица 1), что из 12 вариантов технологии плавки и заливки расплава эффективными являются варианты 5 и 8.

Следует отметить, что варианты 2 и 7 по показателям размерной точности и чистоте поверхности удовлетворяет необходимым требованиям, но не соответствует по показателям пористости. Это, по-видимому, связано с тем, что достаточно высокие температуры плавки и заливки положительно влияют на изменение уровня микронеоднородности расплава, но приводят к повышению содержания водорода и неметаллических включений в расплаве и не позволяют реализовать эффективные существующие способы рафинирования расплава флюсами. А применяемая технология рафинирования расплава через стеклоткань (ССФ-0,6) не обеспечивает необходимой очистки расплава от неметаллических включений и газов, что и приводит к пористости выше 3-го балла.

Что касается *варианта 10*, то следует отметить, что несмотря на удовлетворительные показатели по размерной точности и чистоте поверхности отливок, также наблюдается повышенная пористость исследуемых образцов. Очевидно, это связано с тем, что в этом варианте технологии применяется недостаточная высокая температура перегрева расплава, которая не позволяет нивелировать нежелательное влияние на качество литья повышенного количества используемых при плавке вторичных материалов.

Таким образом, наиболее оптимальным вариантом в данных технологических условиях является *вариант 8*, при котором $T_{\text{ПЕР}}$ составляет $\sim 880...890$ °С, а $T_{\text{ЗАЛ}}$ составляет $\sim 820...830$ °С. *Вариант 5*, при тех же положительных показателях качества литья, име-

ет большую температуру перегрева расплава по сравнению с *вариантом 8*, что будет экономически более затратно.

Выводы: Выявлено, что при реализации ресурсосберегающей технологии получения сплава АК7 литьем по газифицируемым моделям наиболее эффективными в рассматриваемых производственных условиях являются следующие режимы плавки и литья, обеспечивающие наилучшие качественные показатели герметичных отливок по размерной точности и чистоте поверхности: температура перегрева расплава – $880...890$ °С, температура заливки в литейную форму – $820...830$ °С.

Список литературы:

1. Шуляк В. С. Литье по газифицируемым моделям. — СПб.: НПО «Профессионал», 2007. – 408 с.
2. Рыбаков С. А. Инновационные возможности литья по газифицируемым моделям, состояние и перспективы этого метода в России // Литейщик России. № 4. 2009. С. 44, 45.
3. Никитин В. И. Наследственность в литых сплавах / В.И. Никитин, К.В. Никитин. – М: Машиностроение-1, 2005. – 510 с.
4. Деев В. Б. Об использовании физических модифицирующих воздействий при литье Al-сплавов / В.Б. Деев, И.Ф. Селянин, С.П. Мочалов [и др.] // Литейное производство. 2012. № 5. С. 16–18.
5. Деев В. Б. Получение герметичных алюминиевых сплавов из вторичных материалов. – М.: Флинта: Наука, 2006. – 218 с.
6. Деев В. Б. Оценка эффекта температурной обработки расплавов методом термо-ЭДС / В.Б. Деев, И.Ф. Селянин, В.Ф. Горюшкин [и др.] // Известия вузов. Черная металлургия. 2008. № 4. С. 41–43.