

сплавом АЛ4, приготовленном на основе синтетического силумина. Аналогично, силумин электротермического способа производства имеет более низкие значения указанных характеристик по сравнению с синтетическим. Поскольку сплав АЛ4, полученный путем применения различных силуминов, содержал одинаковое количество железа и марганца, которые являются основными примесями в силуминах, предполагалось, что снижение жидкотекучести и коррозионной стойкости связано с влиянием неучтенных примесей и наличием неметаллических включений.

Анализ макроструктур исследуемых сплавов показал, что электротермический силумин и сплав на его основе содержит повышенное количество неметаллических включений. Микроструктурные исследования позволили выявить в сплаве СИЛ2 и АЛ4 на основе этого силумина крупные равноосные включения сложного состава, в которых содержатся алюминий, кремний, железо, марганец, хром. В остальных сплавах таких соединений обнаружено не было. Вероятно, рассматриваемые включения сложного состава способствуют увеличению электросопротивления, снижению пластичности и коррозионной стойкости сплава. Дополнительные исследования сплавов на микроанализаторе MS 46 показали, что в электротермических сплавах имеются соединения кальция, свинца и олова, которые также могут отрицательно влиять на коррозионную стойкость и жидкотекучесть.

Л и т е р а т у р а

1. Ильинков Д.В., Чельцов В.М., Киселев В.П., Цен-тер Я.А., Гольштейн Р.М., Воробьев Г.Н., Елина Н.И., Мауритс И.И. "Цветные металлы", № 10, 1971.

А.М. Лазаренков

ГАЗОНАСЫЩЕННОСТЬ ОТЛИВОК ПРИ ЛИТЬЕ ПО ГАЗИФИЦИРУЕМЫМ МОДЕЛЯМ

При литье по газифицируемым моделям в результате деструкции пенополистирола образуется газообразная фаза, которая по своему составу значительно отличается от соответствующей фазы как при условиях заливки в разовые формы, так и от реальной атмосферы, существующей над зеркалом металла в процессе его плавления и перегрева.

В рассматриваемой газовой фазе, возникающей в зазоре между металлом и моделью, повышено содержание водорода,

азота и уменьшено содержание кислорода. Следовательно, можно ожидать изменения количества растворимых газов в металле, особенно водорода, парциальное давление которого возрастает по сравнению с газами.

Растворимость газа в многокомпонентных сплавах определяется по уравнению [1]

$$\lg [\% \Gamma] = \lg K + \lg P_{\Gamma_2}^{\frac{1}{2}} - \lg f_{\Gamma}^I,$$

где K - растворимость газа в железе; P_{Γ_2} - равновесное парциальное давление газа над сплавом; f_{Γ} - коэффициент активности газа; I - легирующий элемент.

Используя теорию регулярных растворов [2], растворимость водорода и азота для сплава Fe-Si-Mn-C-S-P-г при температуре T и давлении P_{Γ_2} находили по следующим уравнениям:

$$\begin{aligned} \lg [\% \text{H}] = & -\frac{1750}{T} - 1,677 + \lg P_{\text{H}_2}^{\frac{1}{2}} - \frac{2X_{\text{Si}}}{X_{\text{Fe}}} \frac{\varphi_{\text{HSi}}}{4,575T} - \\ & - \frac{2X_{\text{Mn}}}{X_{\text{Fe}}} \frac{\varphi_{\text{HC}}}{4,575T} - \frac{2X_{\text{S}}}{X_{\text{Fe}}} \frac{\varphi_{\text{HS}}}{4,575T} - \frac{2X_{\text{P}}}{X_{\text{Fe}}} \frac{\varphi_{\text{HP}}}{4,575T} + \\ & + \lg [1 + 2(X_{\text{Si}} + X_{\text{Mn}} + X_{\text{C}} + X_{\text{S}} + X_{\text{P}})]; \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \lg [\% \text{N}] = & -\frac{700}{T} - 0,98 + \lg P_{\text{N}_2}^{\frac{1}{2}} - \frac{2X_{\text{Si}}}{X_{\text{Fe}}} \frac{\varphi_{\text{NSi}}}{4,575T} - \\ & - \frac{2X_{\text{Mn}}}{X_{\text{Fe}}} \frac{\varphi_{\text{NMn}}}{4,575T} - \frac{2X_{\text{C}}}{X_{\text{Fe}}} \frac{\varphi_{\text{NC}}}{4,575T} - \frac{2X_{\text{S}}}{X_{\text{Fe}}} \frac{\varphi_{\text{NS}}}{4,575T} - \\ & - \frac{2X_{\text{P}}}{X_{\text{Fe}}} \frac{\varphi_{\text{NP}}}{4,575T} + \lg [1 + 2(X_{\text{Si}} + X_{\text{Mn}} + X_{\text{C}} + X_{\text{S}} + X_{\text{P}})], \end{aligned} \quad (2)$$

где X - атомные доли элементов; φ - энергия взаимодействия элементов по данным [1, 2].

Растворимость кислорода в металле не определяли, так как деструкция пенополистирола идет с его поглощением из газо-

ной атмосферы литейной формы. Растворимость водорода и углерода в многокомпонентных сплавах определяли по уравнениям (1) и (2).

Для подтверждения теоретического анализа растворимости газов при литье по газифицируемым моделям были проведены исследования изменения газонасыщенности металла при данном методе литья в зависимости от толщины стенки отливки, газопроницаемости формы, температуры металла, скорости заливки формы и вида сплава.

Толщина стенки отливки и скорость заливки определяли зависимость растворения газов от времени взаимодействия жидкого металла с газовой фазой. Температура металла влияла на активность растворения, а газопроницаемость формы — на парциальное давление газа над зеркалом металла. Толщина стенки отливки изменялась от 10 до 40 мм, скорость подъема металла в полости формы составляла от 1,6 до 6,0 см/сек. Исследования проводили на чугунах ($T_3 = 1350^\circ\text{C}$) и стали ($T_3 = 1550^\circ\text{C}$). Одновременно с экспериментальными образцами заливался контрольный образец по извлекаемой модели. Из полученных отливок вырезали образцы диаметром 6 мм и высотой 6 мм из нижней и верхней частей. Содержание газов в образцах устанавливали методом вакуумплавления. Результаты по определению содержания газов в исследуемых и контрольных образцах, полученных при различных скоростях заливки формы (v), газопроницаемости формы (K) по пенополистироловым моделям с противопожарным покрытием и без него, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Условия получения отливок	Содержание газов в металле, вес. %			
	O ₂	H ₂	N ₂	Суммарное содержание газов в металле
1	2	3	4	5

Сталь 30Л

$v = 1,6$ см/сек	С покрытием верх.	0,0079	0,00025	0,0028	0,01095
$K = 19$ ед.	С покрытием низ.	0,0112	0,00035	0,0008	0,01235
	Без покрытия	0,0077	0,00070	0,0042	0,01260

Продолжение

		1	2	3	4	5
$v = 3,5$ см/сек $K = 18$ ед.	С покрытием	0,0100	0,00050	0,0008	0,01130	
	Без покрытия	0,0084	0,00055	0,0037	0,01265	
$v = 2,5$ см/сек $K = 380$ ед.	С покрытием	0,0099	0,00040	0,0059	0,01620	
	Без покрытия	0,0113	0,00035	0,0008	0,01245	
$v = 8$ см/сек $K = 380$ ед.	С покрытием	0,0213	0,0011	0,0012	0,0236	
	Без покрытия	0,0133	0,0007	0,0032	0,0172	
Контрольный образец						
$v = 2$ см/сек $K = 200$ ед.	Заливка сифо- ном	0,0131	0,0009	0,0017	0,0157	
	Заливка свер- ху	0,0118	0,0004	0,0020	0,0142	
Ч у г у н СЧ 21-40						
$\delta = 10$ мм; $K = 260$ ед.	Без покрытия	0,00947	0,00115	0,0006	0,0113	
$\delta = 10$ мм; $K = 32$ ед.	Без покрытия	0,00985	0,0014	0,0014	0,01265	
$\delta = 40$ мм; $K = 260$ ед.	Без покрытия	0,0149	0,00185	0,00175	0,0185	
$\delta = 40$ мм; $K = 32$ ед.	Без покрытия	0,0094	0,0016	0,0030	0,0140	
Контрольный образец						
$\delta = 40$ мм; $K = 200$ ед.		0,0121	0,0012	0,0004	0,0137	

Примечание. 1. Образцы для определения газонасыщенности вырезались из стальных отливок размером 200x100x20 мм, а из чугунных отливок размером 200x100x δ мм. 2. В табл. 1 приведены средние значения содержания газов.

Рассмотрим влияние толщины стенки отливки и газопроницаемости формы на растворимость газов в чугуне. Как видно из табл. 1, содержание кислорода не изменилось, так как его парциальное давление в газовой фазе при данном методе литья

меньше, чем при литье в разовые формы. При толщине стенки отливки 40 мм содержание водорода незначительно возрастает, а при толщине 10 мм оно практически не изменяется. Вопреки теоретическому анализу происходит процесс растворения азота. По сравнению с водородом и кислородом количество азота при низкой газопроницаемости возросло в три раза и снизилось при высокой газопроницаемости формы вдвое. Это явление можно объяснить тем, что реакции деструкции пенополистирола активизируют процесс диссоциации молекул азота, уменьшая химический потенциал $\mu_{[N]}$.

При применении противпригарных покрытий моделей количество кислорода в металле несколько ниже, чем в контрольных образцах. Содержание водорода также ниже, чем в исходной стали, причем с увеличением газопроницаемости формы оно падает. Покрытие снижает газопроницаемость формы, тем самым повышая парциальное давление водорода $P_{[H]}$ и содержание H_2 в металле, однако оно остается ниже, чем в контрольных образцах. Количество азота в металле повышается, причем с увеличением газопроницаемости значение $V_{[N]}$ падает. При применении покрытий содержание азота возрастает с ростом газопроницаемости. Очевидно, с увеличением пор в смеси, мелкодисперсные покрытия более интенсивно забивают поры и фактически снижают газопроницаемость, что увеличивает $P_{[N]}$ и, следовательно, $V_{[N]}$. При этом повышение скорости заливки хотя и увеличивает давление в форме, однако уменьшает время взаимодействия фазы с расплавом, что приводит к незначительному снижению растворимости газов при заливке в формы с малой газопроницаемостью.

При получении отливок в формах с высокой газопроницаемостью наблюдается значительный рост $V_{[H]}$ и $V_{[O]}$ при применении покрытий, за исключением $V_{[N]}$. Это можно объяснить тем, что под действием высоких температур из покрытия выделяются газы и увеличивают напряженность газового режима в форме.

Какой-либо закономерности влияния места отбора пробы из отливки на растворимость газов установить не удалось, что объясняется большей скоростью диффузии растворяемых газов в жидком металле.

Как видно из данных табл. 1, содержание газов в отливках, полученных по газифицируемым моделям, не превышает расчетных величин.

Л и т е р а т у р а

1. Бурылев Б.П. Растворимость азота в жидких сплавах железа, ЖФХ, т. 38, №8, 1964. 2. Бурылев Б.П. Растворимость водорода в жидких сплавах железа. "Узвестия ВУЗов СССР" - "Черная металлургия", № 2, 1965.

Ю.М. Погосбекян, Я.И. Медведев,
Л.Н. Зайцева, Д.М. Бобрищев-Пушкин

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ФОРМОВЫХ ГАЗОВ

Для расчета загазованности заливочных отделений литейных цехов и оценки степени токсичности используемых формовочных и стержневых смесей необходимо знать химический состав формовых газов. В настоящей работе приводится методика и результаты анализа химического состава формовых газов, выделяющихся из смесей при заливке литейных форм жидким металлом.

Отбор проб формового газа, выделяющегося при заливке жидким металлом стержневых и формовочных смесей, проводился по схеме, приведенной на рис. 1.

Определение содержания водорода, кислорода, азота, окиси углерода и метана в формовом газе проводилось с помощью лабораторного хроматографа ХЛ-4 на колонке с молекулярными системами 13Х по известным методикам [1, 2]. Компоненты разделялись при следующих параметрах: длина колонки 40 мм; объем вводимой пробы - 1 мл; температура колонки - 30 С; ток детектора - катарометра - 100 ма; газ-носитель - аргон, его скорость 50 мл/мин. Чтобы определить содержание двуокиси углерода в качестве жидкой фазы применялся сложный эфир триэтиленгликоля нормальной кислоты, нанесенный на твердый носитель.

Расчет концентрации компонентов в неразбавленном формовом газе проводился на основе прямой калибровки прибора по эталонным смесям в диапазоне рабочих концентраций. Влажность формового газа определяется весовым методом. Через предварительно взвешенную трубку, наполненную прокаленным хлористым кальцием, пропускается определенный объем газа и по разности веса трубки (до и после пропускания) рассчитывается влагосодержание формового газа в объемных процентах.