

литейных процессах: труды VII междунар. научн.-техн. симпозиума.– Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – С. 290–295.

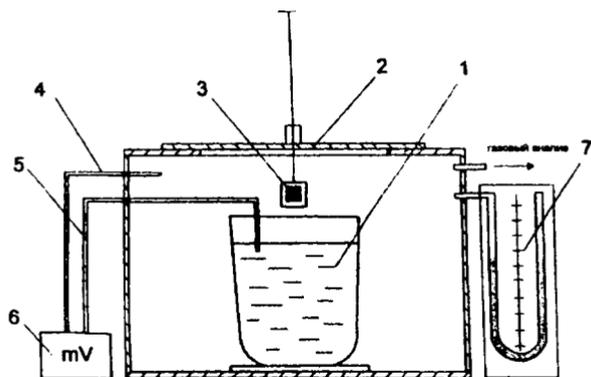
УДК 621.745.56

Б.М. НЕМЕНЬНОК, д-р техн. наук,
Г.А. РУМЯНЦЕВА,
С.П. ЗАДРУЦКИЙ, канд. техн. наук,
А.П. БЕЖОК, канд. техн. наук (БНТУ)

АНАЛИЗ СОСТАВА И ОБЪЕМОВ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ, ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ РАБОТЕ ФЛЮСОПЛАВИЛЬНЫХ УСТАНОВОК И В ПРОЦЕССЕ РАФИНИРУЮЩЕ-МОДИФИЦИРУЮЩЕЙ ОБРАБОТКИ СИЛУМИНОВ

Все возрастающие требования к качеству литья уже не обеспечиваются простым переплавом шихты, и назрела необходимость усложнения технологий с введением дополнительных процессов улучшения качества расплава – глубокого рафинирования и модифицирования. Указанные операции реализуются в основном с помощью специальных дополнительных средств в плавильных агрегатах, ковшах, раздаточных печах и сопровождаются выделениями токсичных газов. В некоторых случаях именно неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия служат препятствием внедрения прогрессивных процессов рафинирующе-модифицирующей обработки, повышающей физико-механические свойства отливок.

С целью уточнения количества и химического состава выбросов во время обработки расплавов различными рафинирующими препаратами, были проведены исследования указанного процесса на установке, приведенной на рисунке 1. Тигель с расплавом 1 помещали в емкость 2, которую герметично закрывали. После обработки расплава препаратом, помещенным в колокольчике 3, производили отбор газа. Используя данные химического анализа, зная объем, температуру и давление газа в установке, определяли абсолютное количество газов, образующихся при обработке 1 кг металла. Результаты исследований представлены в таблицах 1, 2.



1 – тигель с расплавом; 2 – герметичная емкость; 3 – колокольчик; 4, 5 – ХА-термопары; 6 – потенциометр; 7 – манометр

Рисунок 1 – Установка для проведения газового анализа при внепечной обработке алюминиевых сплавов

Таблица 1 – Количество выбросов и содержание хлоридов в газах во время рафинирования гексахлорэтаном

Добавка C_2Cl_6 , %	Изменение давления, мм. рт. ст.	Содержание хлоридов, мг/м ³	Количество выбросов, м ³ /т жидкого металла
0,05	20	30	1,0
0,10	25	45	1,5
0,20	50	85	2,5
0,40	65	200	3,0
0,60	200	–	5,2

Таблица 2 – Количество выбросов и содержание хлоридов в газах во время рафинирования хлористым цинком

Добавка $ZnCl_2$, %	Изменение давления, мм. рт. ст.	Содержание хлоридов, мг/м ³	Количество выбросов, м ³ /т жидкого металла
0,05	15	–	0,8
0,10	20	5	1,0
0,20	25	6	1,5
0,40	45	60	2,4

Из полученных результатов следует, что количество выбросов пропорционально массе вводимой добавки рафинирующего вещества, чего нельзя сказать о содержании хлоридов. Если при малых добавках их концентрация описывается линейной зависимостью от величины присадки, то при 0,40 % и более содержание хлоридов резко возрастает. По-видимому, это связано с тем, что для рафинирования требуется определенное количество хлористых соединений и избыточный хлор выходит из металла, не успев с ним прореагировать.

Количество выделяющихся при рафинировании хлоридов зависит также от глубины ванны расплавленного металла. Это наглядно показали результаты обследования печей различных типов и емкостей. При примерно одинаковой добавке C_2Cl_6 (0,03–0,05 % от массы расплава), удельные выбросы хлоридов от печей AR 40000, ДСТ-3300, ИАТ-2,5 и ИАТ-6 резко отличаются (табл. 3).

Таблица 3 – Зависимость выбросов хлоридов от глубины расплава

Агрегат, где проводилось рафинирование	Глубина слоя металла, м	Выбросы хлоридов, кг/т жидкого металла
ДСТ-3300 (обработка в ковше емкостью 500 кг)	0,8	0,02
AR 40000 (обработка в ковше емкостью 900 кг)	1,0	0,01
ИАТ-2,5	1,5	0,005
ИАТ-6	1,8	0,002

Очевидно, что с уменьшением глубины расплавленного металла выбросы хлоридов при рафинировании увеличиваются.

Практика плавки алюминиевых сплавов с использованием флюсов показывает, что наряду с выполнением основной технологической функции – защиты жидкого металла от окисления и рафинировании расплава, флюсы должны обладать небольшой летуче-

стью в условиях плавки [1-3]. Интенсивное улетучивание компонентов флюса помимо дополнительных энергетических затрат и потерь солей, приводит к повышению загазованности литейных цехов и к зарастанию газоходов продуктами конденсации компонентов флюсов.

На первом этапе исследований по влиянию рафинирующих добавок и флюсов на характеристики вредных выбросов при плавке алюминиевых сплавов изучали летучесть основных компонентов флюсов, используемых наиболее широко при производстве алюминиевого литья.

Результаты исследований представлены в таблицах 4, 5.

Таблица 4 – Потери массы солей в % после изотермической выдержки в течение 30 минут

Компонент флюса	Температура испытания, °С			
	600	700	800	900
BaCl ₂	0,18	0,18	0,18	0,15
NaF	0,25	0,12	0,20	0,20
CaCl ₂	0,19	0,75	0,95	1,00
NaCl	1,05	1,70	3,75	4,23
KCl	0	0,18	1,75	1,75
Na ₃ AlF ₆	5,45	5,50	5,63	5,90

Таблица 5 – Потери массы солей в % после изотермической выдержки в течение 2 часов

Компонент флюса	Температура испытания, °С			
	600	700	800	900
BaCl ₂	0,12	0,16	0,25	0,25
NaF	0,30	0,35	0,35	0,35
CaCl ₂	0,20	1,12	1,18	1,30
NaCl	1,50	2,10	4,45	4,75
KCl	0	0,25	4,45	4,80
Na ₃ AlF ₆	5,95	6,18	6,20	6,62

Как видно из таблиц, наибольшей летучестью обладает Na_3AlF_6 при всех исследованных температурах и KCl – при температурах 800 и 900 °С. При этом особенно высоки потери солей на начальных этапах, т.е. при небольшой выдержке (30 минут). Такую закономерность можно объяснить тем, что на начальной стадии рассматриваемого процесса изотермической выдержки интенсивные потери в массе порошков солей происходят вследствие удаления влаги, сопровождающейся также и выносом тонкой фракции пыли хлоридов. На средней или промежуточной стадии происходит окончательное обезвоживание, включая реакции гидролиза, спекание, а затем и плавление некоторых солей. К концу этого периода все большее значение приобретает собственное испарение солей с поверхности расплава. Скорости убыли массы большинства проб на этой стадии значительно снижаются. После расплавления имеет место лишь испарение солей с зеркала расплава. На этом этапе скорости улетучивания большинства солей стабилизируются.

Проведенные исследования позволяют перейти к разработке оптимальных составов флюсов, обладающих минимальной летучестью и хорошей рафинирующей способностью.

Важное значение при оценке степени вредности выбросов имеет дисперсный и химический состав пыли, поэтому пыль, выделившуюся при плавке алюминиевых сплавов в печах ИАТ-6 и САН-2,5, дополнительно подвергали химическому анализу, определяя содержание алюминия и ионов Cl^- . Результаты химического анализа представлены в таблице 6.

Как следует из таблицы 6, основным компонентом, содержащимся в пыли, является алюминий, доля которого находится в пределах 20–80 %. Значительная часть пыли растворяется в воде, при этом в водный раствор переходит часть ионов хлора. При рафинировании расплава гексахлорэтаном пыль слабо растворяется в воде и 70 % алюминия находится в твердом осадке. Это необходимо учитывать при проектировании систем очистки выбросов мокрого типа. При расплавлении шихты в пыли содержится значительное количество углерода, входящего в состав продуктов выгорания масел и других посторонних примесей.

118 Таблица 6 – Результаты химического анализа образцов пыли

Место отбора пыли и период плавки	Навеска, г	Водорастворимые соединения алюминия		Водонерастворимые соединения алюминия		Общее количество Al, мг	% Al в пыли	Количество Si в водорастворимой части пыли, мг	% Si
		количество Al, мг	% Al	количество Al, мг	% Al				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Печь ИАТ-6, со стенок трубопровода при плавке сплава АК5М7	0,0134	4,75	35,4	следы		4,75	35,4	4,3	32,09
Печь ИАТ-6, при расплавлении шихты сплава АК5М7	0,0113	2,5	22,1	следы		2,5	22,1	3,0	26,54
Пыль над печью с расплавленным флюсом	0,0267	1,2	4,5	6,25	23,4	7,45	27,9	7,25	27,15

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Печь ИАТ-6, рафинирование C_2Cl_6	0,0123	1,5	12,2	8,75	71,1	10,25	83,3	–	следы
Печь САН-2,5, со стенок трубопровода	0,030	1,5	5,0	12,7	41,7	14,00	46,7	5,88	19,6
Печь САН-2,5 рафинирование $ZnCl_2$	0,0272	2,5	9,2	15,2	55,9	17,7	65,1	5,12	18,82
Стенд для подогрева ковшей	0,0184	1,25	6,8	10,00	54,35	11,25	61,1	6,44	35,00

Литература

1. Курдюмов, А. В. Производство отливок из сплавов цветных металлов / А.В. Курдюмов [и др.].– 2-е изд. – М.: МИСИС, 1996. – 504 с.
2. Альтман, М. Б. Плавка и литье алюминиевых сплавов / М.Б. Альтман [и др.].– 2-е изд. – М.: Metallургия, 1983. –352 с.
3. Курдюмов, А. В. Флюсовая обработка и фильтрование алюминиевых расплавов / А.В. Курдюмов [и др.]. – М.: Metallургия, 1980. – 196 с.