

УДК 669.2/8:669.15-198

**ВЫПЛАВКА КОМПЛЕКСНОГО СПЛАВА НА ОСНОВЕ
КРЕМНИЯ, АЛЮМИНИЯ И МАРГАНЦА ИЗ ВЫСОКОЗОЛЬНОГО
УГЛИСТЫХ ПОРОД МЕСТОРОЖДЕНИЯ «САРЫ-АДЫР».**

Набиев М.А.

ТОО «Он-Олжа» г. Астана

Ранее /1/ процесса получения комплексного сплава ферросиликоалюминия из золы углей проводили руднотермическим способом.

В данной работе эксперименты проводили на крупно-лабораторной дуговой однофазной с графитовым электродом и проводящей подиной электропечи мощностью 0,2МВА. Питание электропечи осуществлялось от трансформатора ОМУ-200. Температура дугового разряда 2500-4500°С обеспечивалась графитовым электродом диаметром 150 мм. Печь футерована шамотным кирпичом. Ванна печи выполнена в виде эллипса с осями 50-60см, вытянутого в сторону летки. Расстояние от электрода до леточного блока 17-18 см, до задней стенки печи 27-28 см. Глубина ванны 30-35 см. Подина печи выполнена из набивной подовой массы, подвергшейся коксованию в течение 10 часов под током с периодическим отключением печи. Трансформатор печи имеет четыре ступени напряжения: 18,2 В; 24,2 В; 36,6 В и 48,8 В. В период проведения экспериментов работали на ступенях напряжения 24,4 В и

36,6 В. Схематическое строение ванны печи приведено нижеследующем рисунке 4.

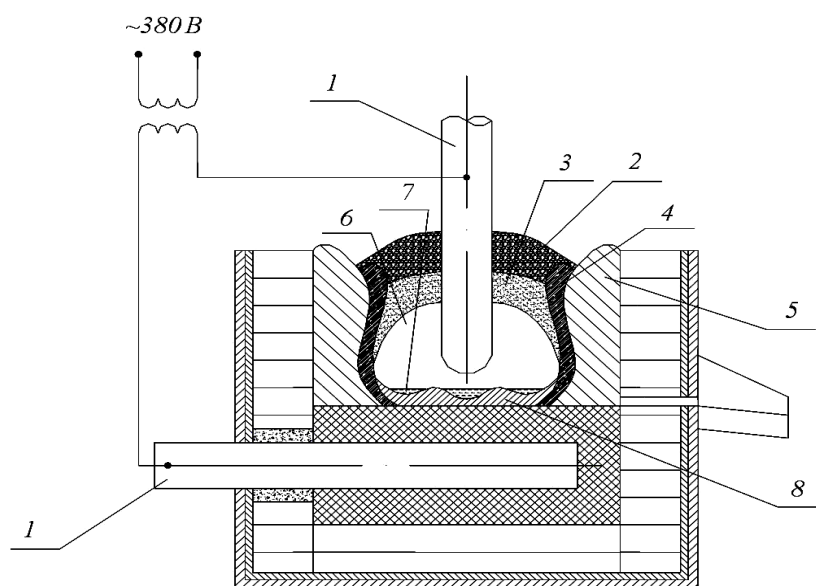
Разогрев электропечи производили в течение 12 часов на коксовой подушке в качестве проводника электрического тока и сохранения подины. По завершении периода разогрева электропечь полностью очистили от остатков коксовой подушки. Электрический режим периода разогрева: вторичное напряжение 24,6 В, сила тока 150-200 А с высокой стороны. Плавку вели непрерывным способом, с загрузкой шихты небольшими порциями по мере усадки колошника, с периодическим выпуском металла через каждые 2 часа в чугунные изложницы. Открытие летки производили электропрожигом или железным прутом. Металл и шлак каждого выпуска взвешивали, после чего отбирали пробы на химический анализ.

Для проведения исследований предварительно от опытных партий марганцевой руды и углистой породы были отобраны пробы для технологических и научных исследований. Пробы для экспериментальных плавов, применяемые для выплавки комплексного кремнеалюмомарганцевого сплава, были отобраны путем применения трехразового квартования и перемешивания.

Основной задачей исследования было установления возможности осуществления полного восстановления всех окислов шихты, состоявшего из марганецсодержащего сырья и высокосолевого каменного угля при непрерывном, устойчивом и легко регулируемом бесшлаковом процессе. Выплавка комплексного сплава проводилась по разработанной технологии коллективом учёных Химико-металлургического института им. Ж. Абишева.

Технологический процесс выплавки вели непрерывным способом, с загрузкой шихты по мере усадки колошника. Шихтовые материалы загружали вокруг электрода с поддержанием конуса. Сплав выпускали в чугунные изложницы расположенные каскадом по 6 раз за

смену. Металл каждого выпуска взвешивали, после чего отбирали пробы от каждого выпуска (от слитка) на химический анализ.



1 – электроды; 2 – исходная шихта; 3 – зона размягченной шихты; 4 – переходная зона; 5 – пристенный гарнисаж; 6 – реакционная зона; 7 – расплав; 8 – металлокарбидная настель.

Рис. 4 - Строение ванны руднотермической печи с мощностью трансформатора

Предварительно были рассчитаны составы сырьевых материалов для каждого периода плавки. Расчет состава шихтовых материалов был принят с условием получения стандартных марок ферросиликоалюминия (ФС 45А15 и ФС55А15) с содержанием марганца в пределах 10-30%. Коэффициенты распределения элементов между продуктами плавки необходимые для расчета шихты приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Коэффициенты распределения элементов между продуктами плавки

Продукты плавки	Элемент						
	Mn	Si	Al	Fe	Ca	Mg	P
Сплав	90	90	80	99,5	20	10	90
Шлак	–	–	–	–	–	–	–
Улёт	10	10	20	0,5	80	90	10

Данная кампания проводилась в четырех вариантах при рабочем напряжении во всех сериях 24,2 В, на шихте, составленной из

углистых пород месторождения «Сарыадыр» разной зольности, марганцевой руды месторождения Западный Камыс без добавок в шихту кварцита. Марганцевая руда по гранулометрическому составу соответствовала фракций +8 – 16мм, а углистая порода +20 – 40 мм. Кампанию проводили в четыре варианта плавов (периоды) со следующим содержанием в колошах шихтовых материалов в кг: для I-го варианта высокозольного угля-20, марганцевой руды-4,5; для II-го варианта угля-20, марганцевой руды-5,5; для III-го варианта угля-20, марганцевой руды-3,5 и для IV-го варианта угля-20, марганцевой руды-2,5. Технические составы пород и химические составы шихтовых материалов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Технические и химические составы шихтовых материалов

Материал	Содержание, %									
	A ^c	V ^c	W	Mn _{общ}	Fe _{общ}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P _{общ}
Высокозольный уголь - 1	53,43	17,93	0,44	–	1,17	49,1	39,28	7,15	1,11	0,03
Высокозольный уголь - 2	51,38	16,99	0,73	–	1,7	61,87	34,53	1,78	0,54	0,02
Марганцевая руда	–	–	2,8	26,78	7,37	30,44	3,19	0,07	0,012	0,02

Технологический процесс выплавки в первом периоде характеризовался нестабильным режимом, металл выходил порциями после прошуровки железным прутом, на колошнике периодически появлялись местные прорывы газа (свищи), наблюдался избыток восстановителя. Корректировку шихты произвели добавкой в калошу 2 кг марганцевой руды. Первый период в основном проходил при холодной печи и этот период характеризовался большим расходом материалов для заполнения ванны печи. Во втором периоде состав

колоши несколько изменили, (в кг): углистой породы – 20, марганцевой руды – 5,5. Технологический процесс во втором периоде в целом удовлетворителен: скачков токовой нагрузки не наблюдалось, нагрузка на электроде была стабильной и составляла 200А. Разделка леточного отверстия не вызывала затруднений, металл выходил активно, одной порцией.

Израсходовано за кампанию в сумме следующее количество шихтовых материалов (в кг): высокосольного угля – 738, марганцевой руды – 194. Средний химический состав сплава по периодам и за кампанию в целом приведен в таблице 5.

Таблица 5 - Средний химический состав сплава за кампанию и по периодам.

Вариант плавов	Si	Al	Mn	P	Fe
I	33,24	17,42	30,23	0,06	9,17
II	42,32	16,0	24,0	0,06	10,36
III	44,86	21,15	20,01	0,05	9,80
IV	46,33	19,91	13,64	0,03	12,97
За кампанию	42,03	18,99	21,49	0,05	10,59

Общий расход электроэнергии за кампанию составил 1900 кВт·час. При этом за всю кампанию было получено 183,45 кг сплава.

Таблица 6 – Поплавочный химический состав сплава по периодам.

При этом степень извлечения основных элементов в сплав составило, %: Mn - 90,87; Si – 83,53; Al – 76,57; Fe – 99,96; P – 91,16; Ca – 15,08. Техничко-экономические показатели по выплавке алюмосиликомарганца за кампанию представлены в таблице 6.

Таблица 6. Техничко-экономические показатели выплавки алюмосиликомарганца в крупнолабораторной электропечи мощностью трансформатора 200 кВ·А

№ п/п	Показатели	периоды			
		1	2	3	4
1	Время работы, сут.	0,75	0,58	1	0,83
2	Количество плавов, шт.	9	7	12	10
3	Задано шихты, кг:				
	Марганцевая руда (Западный Камыс)	72,5	31,5	48,4	41,5
	Углистая порода	248	100	200	190
4	Получено металла, физ. кг	22,3	30,1	58,85	72,2
5	Химический состав металла, %				
	Mn	30,23	24	20,01	13,64
	Si	33,24	42,32	44,86	46,33
	Al	17,42	16	21,15	19,91
	Fe	9,17	10,36	9,8	12,97
	P	0,06	0,06	0,05	0,03
	C	0,34	0,33	0,41	0,63
6	Производительность, кг/сут.	29,73	51,90	58,85	86,99
7	Средний вес плавки, кг	2,48	4,3	4,9	7,22
8	Удельный расход материалов, т/т:				
	Марганцевая руда (Западный Камыс)	3,25	1,05	0,82	0,57
	Высокозольный уголь	11,12	3,32	3,39	2,63
9	Извлечение, %				
	Mn	34,53	85,89	90,39	90,87
	Si	17,76	72,97	71,13	83,53
	Al	13,29	42,92	64,32	76,57
0	Расход электроэнергии, кВт·ч/т	24896,8	11322,3	9651,7	6038,8

В результате проведения испытаний по выплавке комплексного сплава – алюмосиликомарганца был получен высококачественный сплав /2/ не подверженный явлению саморассыпания.

Алюмосиликомарганец с содержанием в составе сплава 22% алюминия показан на рисунке 5.



Рис 5 - Содержание алюминия в составе сплава 22%

Таким образом, проведением крупнолабораторных испытаний технологии получения комплексного ферросплава «Алюмосиликомарганец» были получены следующие результаты:

1. Впервые в отечественной практике в крупнолабораторном масштабе отработана по разработанной технологии в Химико-металлургическом институте им. Ж. Абишева технология выплавки нового комплексного ферросплава «Алюмосиликомарганец» с использованием высокосольных углей месторождения «Сарыадыр».

2. В качестве восстановителя и основного источника кремния и алюминия использовали высокосольные угли месторождения Сарыадыр.

В крупнолабораторных условиях установлена принципиальная возможность получения нового вида нерассыпающегося комплексного сплава, по химическому составу отличающегося высоким содержанием алюминия в сравнений с аналоговыми работами, из высокосольного угля и марганцевой руды месторождения Западный Камыс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Букетов Е.А., Габдулин Т.Г., Байсанов С.О., Нурумғалиев А.Х., Ермагамбетов Б.Т., Такенов Т.Д. Шихта для выплавки ферросиликоалюминия. Авторское свидетельство № 325099 от 23 марта 1987 г.
2. Набиев М.А., Байсанов С.О., Толымбеков М.А., Мухаметғалиев Е.К., Байсанов А.С. Сплав (AlSiMn) Инновационный Патент РК № 26607. Зарегистрировано 25.12.2012 г.