

ISSN 2308-4804

SCIENCE AND WORLD

International scientific journal

№ 1 (1), 2013

Founder and publisher: Publishing House «Scientific survey»

The journal is founded in 2013 (September)

Volgograd, 2013

CONTENTS

Physical and mathematical sciences

<i>Kerimov E.A.</i>	
METHOD OF IRSI - SI THIN CONTACTS OBTAINING AND NANOSYSTEMS GENERATION	18
<i>Koptev A.V.</i>	
INTEGRALS OF MOTION FOR AN INCOMPRESSIBLE FLUID FLOW	22
<i>Kudryavtsev S.P.</i>	
KELVIN AND PHYSICAL LABORATORY OF THE UNIVERSITY IN GLASGOW (TO THE 190 ANNIVERSARY SINCE THE BIRTH OF THE SCIENTIST)	27
<i>Mamatov T.Yu.</i>	
COMPOUND FRACTIONAL INTEGRAL OPERATORS IN HELDER'S SPACES	30
<i>Popov A.P.</i>	
THE RECENT TRENDS IN COMPUTER-BASED TESTING	38
<i>Umbetov A.U., Zharasbaeva B.S.</i>	
VERSIONS OF CRYSTALLOOPTICAL SYSTEMS FROM UNIAXIAL CRYSTALS	47
<i>Yakovlev B.V.</i>	
PHYSICS ON THE BASIS OF THE CONCEPT OF ALTERNATIVE UNIVERSES	50

Chemical sciences

<i>Aknazarov S.H., Golovchenko N.Yu., Bayrakova O.S., Golovchenko O.Yu.</i>	
MECHANICAL ACTIVATION AND SHS OF DIFFICULT TAKEN ORE	58
<i>Golovchenko N.Yu., Bayrakova O.S., Aknazarov S.H., Ksandopulo G.I.</i>	
RESEARCH OF INFLUENCE OF THE LARGE-SCALE FACTOR ON INDICATORS OF THE PROCESS OF FERRO-TUNGSTEN PREPARATION	66

Biological sciences

<i>Akshikova N.A.</i>	
FEATURES OF TECHNOLOGY OF CULTIVATION OF THE ROSE IN TISSUE CULTURE	71
<i>Kazakova N.A.</i>	
FEATURES OF ACCUMULATION AND TRANSFORMATION OF HEAVY METALS IN SOILS OF INDUSTRIAL REGION IN NOVOULYANOVSK	73
<i>Pronina G.I., Petrushin V.A.</i>	
SELECTIVE ASPECTS IN STOCK BREEDING WITH SHEAT FIRE CHICKENS	76

Technical sciences

<i>Agaev I.D., Mametdin Dzh.F.</i>	
AUTOMATED SYSTEM OF MONITORING OF THE POLLUTED ENVIRONMENTAL ENVIRONMENT OF SINGAT	78

УДК 541.053:669.168

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МАСШТАБНОГО ФАКТОРА НА ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ФЕРРОВОЛЬФРАМА

Н.Ю. Головченко¹, О.С. Байракова², С.Х. Акназаров³, Г.И. Ксандопуло⁴

¹ доктор философии, старший научный сотрудник, ² ведущий инженер,

³ ген. директор, доктор химических наук, ⁴ доктор химических наук, профессор

Институт проблем горения, Казахстан

Аннотация. В работе исследовалось влияние масштабного фактора на скорость реакции, максимальное извлечение целевого металла в сплав и полному проведения процесса. Определены оптимальные параметры проведения плавки. Исследован состав полученных сплавов и шлаков методом РСА.

Ключевые слова: масштабный фактор, ферровольфрам, давление, выход сплава, извлечение металла.

Пути повышения извлечения основного элемента весьма разнообразны и специфичны для различных сплавов и методов алюминотермического процесса. Важную роль в процессе алюминотермического восстановления играет масштабный фактор. Повышение навески шихтовых материалов выгодно в связи с сокращением удельных тепловых потерь во время протекания плавки и увеличения времени, в течение которого расплав находится в жидкому состоянии. С целью выявления влияния увеличения масштабного фактора на показатели алюминотермического процесса проводились эксперименты с различными навесками шихты.

При проведении экспериментов учитывалось влияние на выход металла формы тигля и отношение высоты расплава к его диаметру [1, с. 127-133].

Поэтому при проведении экспериментов с небольшими навесками шихты применялись керамические реакторы объемом 300 мл.

Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Зависимость выхода сплава от веса шихты

№	Вес шихты, г	Расч. вес сплава, г	Вес сплава прак., г	Выход сплава от теор., %
1	398	217	174,2	80,1
2	1365	697,7	615,4	84,2
3	2047,5	1046,5	1021	88,1
4	22800	11650	10890	93,5
5	45600	22950	21620	94,3
6	55000	27680	26300	95

Исходным сырьем служил вольфрамитовый концентрат с содержанием оксида вольфрама 58 %. Расчет состава шихты исходил из получения в сплаве 70 % вольфрама. Повышение навески шихты не только уменьшает напряженность теплового баланса внепечной плавки, но и повышает выход сплава.

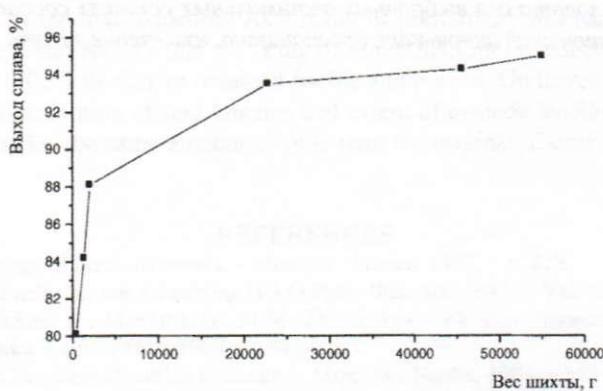


Рис. 1. Зависимость выхода сплава от веса шихты для выплавки ферровольфрама

Из рисунка 1 видно, что при небольшой навеске показатели процесса с изменением объема плавки изменяются особенно резко. Дальнейшее увеличение навески шихты вызывает более медленное изменение показателей процесса в связи с тем, что при больших объемах расплава удельная теплоотдающая поверхность незначительно меняется с изменением навески шихты [1, с. 13-33].

Проведение укрупненных экспериментов

Для проведения укрупненных экспериментов использовался концентрат с содержанием оксида вольфрама 58 %. Проведенные эксперименты по подбору балластирующих добавок для этого концентрата, показал, что вводить балласт в шихту нет необходимости. Перед проведением экспериментов тигель предварительно отжигался на малых количествах шихты, приготовленной из триоксида железа с алюминием. На этой же шихте проверялась герметичность тигля и подбирались прокладки.

Состав шихты, %:

Концентрат – 77,6

Алюминий – 19,4

Плавиковый шпат – 3,0

Навеска шихты 45,6 кг, в том числе 35,4 кг концентрата, 8,85 кг алюминия, 1,35 кг плавикового шпата. Все компоненты шихты перемешивались в смесителе. На дно тигля засыпался молотый шлак, а затем засыпалась шихта, сверху подсыпался небольшой запал. Крышка тигля плотно подгонялась и затягивалась струбцинами. Поджиг проводился никромовой спиралью, сбросной клапан отрегулирован так, чтобы при давлении выше 7 атм. происходил сброс давления. Тигель на платформе помещался в камеру для сжигания. Расчет теоретического выхода металла в сплав:

$$W - 35,4 \cdot 0,58 \cdot 0,99 \cdot 183/232 = 16 \text{ кг}$$

$$\text{Fe} - 35,4 \cdot 0,21 \cdot 0,9 \cdot 168/216 = 5,2 \text{ кг}$$

$$\text{Mn} - 35,4 \cdot 0,071 \cdot 0,77 \cdot 165/213 = 1,5 \text{ кг}$$

$$\text{Si} - 35,4 \cdot 0,017 \cdot 0,9 \cdot 84/180 = 0,25$$

Общий вес сплава при извлечении всех элементов 22,95 кг, содержание вольфрама расчетное 69,7 %.

Вес полученного сплава 21,6 и 21,9 кг.

В таблице 2 представлен материальный баланс плавки.

Таблица 2

Материальный баланс плавки

Задано, кг	Получено, кг
Концентрат 35,4	Сплава 21,9
Алюминиевый порошок 8,85	Шлак 24,29
Плавиковый шпат 1,35	Улет -
Запал 0,669	Невязка 0,079
Всего 46,269	Всего 46,296

Состав сплава и шлака определялся методом РСА (Таблицы 3,4).

Таблица 3

Состав сплава по анализам

№	W	Fe	Mn	Si	Mo	Sn	Cu	Al
1	72.64	16.7	0.64	0.8	0.9	0.1	0.15	1.2
2	74.0	15.8	0.6	0.7	0.89	0.1	0.15	0.7

Таблица 4

Состав шлака проведенных плавок по РСА, %

№	O	Si	Al	Ti	Sn	Ca	Fe	Mn	W
1	36.0	1.9	48.8	0.56	0.17	2.43	0.57	7.2	0.22
2	35.4	1.8	49.2	0.53	0.18	2.42	0.52	7.8	0.2

Превышение количества вольфрама в слитке связано с тем, что предполагаемый переход в сплав марганца и кремния значительно ниже расчетного. Эти оксиды относятся к трудно восстановимым оксидам, по-видимому, условия процесса не достаточны для их перехода в сплав. Большая часть их осталась в шлаке (Таблица 2).

Выход сплава 94,1-95,4 % от теоретического, в котором учитывался выход всех металлов в сплав по степени их восстановления. Извлечение вольфрама 99,0 %. Полученный сплав соответствует ГОСТ 17293-82.

Корректировка состава шихты

На основании проведенных экспериментов и результатов анализа полученных сплавов установлено,

что масштабный фактор положительно влияет на показатели процесса. Количество основного металла в сплаве превышает расчетные величины. Как говорилось выше, причиной этому, по-видимому, является не полный переход в сплав трудно восстановимых оксидов (MnO , TiO и др.), присутствующих в концентрате. В связи с этим был произведен пересчет состава шихты и введено дополнительное количество железосодержащего компонента, в виде железной стружки. Ниже представлен откорректированный состав шихты из вольфрамитового концентрата с содержанием WO_3 – 58 %.

Состав шихты:

Концентрат – 35,4 кг или 75,48 %
Алюминий – 8,85 кг или 18,87 %
Железная стружка – 1,3 кг или 2,78 %
Плавиковый шпат – 1,35 кг или 2,87 %

Навеска шихты 46,9 кг. С этим составом шихты были проведены эксперименты в тиглях объемом 55 литров при тех же условиях, что и с рассчитанным ранее составом шихты. Получен сплав весом 23 кг и 23,3 кг.

Состав сплава по РСА, %: W – 70,1-70,2; Mn – 0,6; Fe – 16,8; S – 0,06; Cu – 0,28; Sn – 0,09; Al – 5,9; что удовлетворяет предъявляемые требования к сплаву ФВ-70.

Исходя из данных о влиянии масштабного фактора на термичность шихты, т.е. увеличение теплоты процесса, за счет увеличения массы экзотермической смеси и уменьшения теплопотерь, а также положительного влияния давления на получение однородного сплава произведена корректировка шихты в сторону уменьшения подогревающей добавки при получении ферровольфрама из вольфрамового лома.

Состав шихты, %:

Вольфрамовый лом – 52,4
Триоксид железа – 33,6
Алюминий – 11,5
Селинтра – 0,80
Плавиковый шпат – 1,7

Навеска шихты 60,5 кг, объем тигля 55 л. Высокая плотность шихты позволяет проводить плавку в тиглях этого объема. Для данного состава сверху шихты подсыпалась поджиговая смесь ($Fe_2O_3 + Al$). Поджиг производился электроимпульсом. Давление в тигле 8 атм. Получен однородный сплав, вес слитка 44,0 кг, расчетный выход 44,2 кг, состав сплава по данным РСА, %: W – 71,0; Fe – 26,28; Mo – 0,8; Si – 0,38; Al – 0,94.

Способы ведения плавки

Скорость проплавления алюминотермической шихты зависит от условий проведения плавки, в частности, она различна при плавке с верхним и нижним запалом. Возможно, ведение плавки ФВ с нижним запалом. Для проведения такого процесса необходимо специальное устройство с приспособлением для улавливания пыли. В этом случае перемешанные компоненты шихты поступают в загрузочный бункер. Процесс начинается с того, что 10-15 % шихты засыпают на дно тигля и проводят запал с помощью запальной смеси.

Когда процесс восстановления начался, засыпают остальную часть шихты, в начале осторожно, небольшими порциями, позже, когда реакция распространится по всему сечению тигля, быстро загружают оставшуюся шихту.

Через люк в верхней части камеры наблюдают за ходом процесса. Во время плавки двери камеры закрыты, все газы отсасываются вентилятором и поступают на очистку. Подача материала из бункера в тигель осуществляется посредством шнека.

Внешним признаком окончания реакции восстановления служит прекращение бурления плака.

При плавке с нижним запалом шихту подают непрерывно на поверхность расплава, и восстановительные процессы идут на границе твердая шихта-расплав.

При плавке с нижним запалом, когда зеркало жидкого расплава прикрыто слоем шихты, восстановительные реакции протекают только в слое, непосредственно примыкающем к границе раздела: расплав-шихта, тепловые потери меньше, что является существенным достоинством процесса внепечной плавки. Снижаются потери металла с корольками. Например, при выплавке феррониобия с верхним запалом потери корольков составляют 6-7 % от восстановленного металла, а при плавке с нижним запалом – не более 1,5 %.

При поджиге сверху в этом варианте всю подготовленную, сдозированную и перемешанную шихту загружают в плавильный тигель и при помощи запальной смеси поджигают сверху; процесс плавки идет сверху вниз. После плавки объем жидких продуктов в тигле занимает примерно одну треть тигля. Алюминотермический процесс с верхним запалом характеризуется более высокими скоростями процесса, так как в этом случае в процессе плавки капли образующегося расплава, опускаясь под действием силы тяжести, могут проникать в толщину неплотной шихты и возбуждать распространение реакции в нижележащих слоях, что значительно увеличивает поверхность, на которой одновременно протекают восстановительные процессы.

При общепринятой плавке с нижним запалом часть шихты засыпается на дно тигля и инициируется запальной смесью, затем постепенно вводится остальная шихта.

В разрабатываемом поджиге снизу вся шихта засыпается в тигель. Эксперименты проводились в тигле объемом 2,5 литра. Для подбора запальной смеси брались различные варианты термитов: железотермитная смесь с магнием, стехиометрическая смесь трелокиси железа с алюминием. На дно тигля укладывался молотый

шлак, уплотнялся, в нем делалась лунка, в которую засыпался запал. Под запал размещалась никромовая спираль, а сверху засыпалась вся шихта. Поджиг проводился электроимпульсом посредством латора. При инициировании реакции с вышеперечисленными термитами выгорания не произошло. Причиной этому является высокая температура возгорания триоксида железа – 1430 К, а никромовая спираль, диаметром 1,5 мм, перегорает при 1473 К, при этом происходит кратковременное воздействие на термит и не происходит прогрева его до температуры выгорания. Магний не инициируется без доступа кислорода.

Для проведения нижнего поджига, когда вся шихта загружается сразу, проводились эксперименты по разработке поджигового состава.

В качестве окислителя использовалась калийная селитра и NaCl. Окислитель и восстановитель брались в стехиометрическом соотношении температура воспламенения калийной селитры 1140-1170 К. Термитная смесь засыпалась поверх никромовой спирали, затем засыпалась шихта и проводился поджиг электроимпульсом. Шихта загоралась не всегда. Для понижения температуры возгорания термита вводился плавиковый шпат. Добавки плавикового шпата значительно снижают температуру возгорания смесей оксидов металлов с алюминием и интенсифицируют протекание металлотермических процессов. Температуру возгорания алюминотермических составов понижают фтористые соли (MgF_2 , BaF_2 , NaF , CaF_2 , KF , Na_2AlF_6), а также хлористые соли ($NaCl$, KCl).

На основании результатов проведенных экспериментов по поджигу снизу, разработана поджиговая смесь на основе калийной селитры с добавлением плавикового шпата, для понижения температуры возгорания термита. При использовании этой поджиговой смеси развивается достаточная температура для инициирования реакции в поджигаемой шихте. Состав поджиговой смеси KNO_3 - 69 %, Al- 31 %. Эта смесь разбавлена плавиковым шпатом вдвое.

В таблице 5 и на рисунке 2 приведены данные скорости проплавления шихты в зависимости от способа ведения плавки и крупности алюминия.

Таблица 5

Влияние способа поджига на скорость горения шихты

Скорость проплавления, г/сек	Крупность алюминиевого порошка, мкм				
	до 100	200	300	400	500
Нижний запал	37,1	37,1	40,1	38,1	38,0
Верхний запал	50,25	51,9	52,25	50,4	48,0

При верхнем запале скорость процесса значительно выше, так как образующиеся капли расплава, протекая в нижние слои шихты возбуждают в них реакцию. И горение смеси распространяется по большему объему шихты. Образующиеся расплавы металла и шлака остывают довольно быстро. За счет этого не происходит расслоения в слитке более легких металлов – в верхнем слое сплава и более тяжелых (W и Fe) – в нижнем.

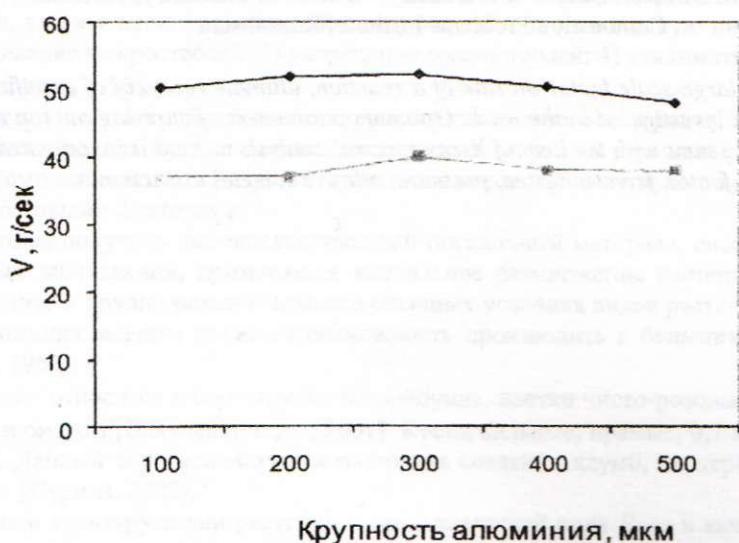


Рис. 2. Зависимость скорости проплавления шихты от крупности алюминия
1 – верхний запал; 2 – нижний запал

Высокая температура плавки и медленное остывание блока металла при нижнем запале приводят к образованию в блоке слоя с пониженным содержанием вольфрама и повышенным содержанием кремния и алю-

миния. Этот верхний слой металла отделяют и подвергают рафинированной плавке в небольшой электропечи возвратного сплава, из верхнего слоя блока получают сплавы с содержанием вольфрама 65-75 %, при пониженном содержании кремния и алюминия.

В таблице 6 приведены данные результатов анализа полученных сплавов при различных способах поджига. Анализ проведен по разным точкам толщины полученных слитков при разном способе поджига.

Таблица 6

Состав сплава при различных способах ведения плавки (поджиг сверху, снизу)

Спектр	Содержание элементов, %								Условия эксперимента	Примечания
	Al	Si	S	Mn	Cu	Sn	Mo	W		
Спектр 1	6,14	9,3	0,08	3,02	0,66	078	1,2	40,98	Поджиг снизу	Верх слитка
Спектр 2	6,9	8,9	0,01	2,86	0,34	0,54	1,08	52,75	Поджиг снизу	Верх слитка
Спектр 3	1,2	0,4	0,05	3,49	0,48	0,48	1,6	88,25	Поджиг снизу	Низ слитка
Спектр 4	1,1	0,5	0,1	2,74	0,71	0,29	1,4	88,9	Поджиг снизу	Низ слитка
Спектр 1	1,9	1,2	0,09	4,7	0,54	0,54	1,2	73,8	Верхний запал	Верх слитка
Спектр 2	2,1	1,38	0,06	2,9	0,41	0,54	1,3	74,5	Верхний запал	Середина
Спектр 3	1,7	1,3	0,07	3,1	0,58	0,64	1,1	76,24	Верхний запал	Низ слитка
Спектр 4	1,8	1,1	0,09	3,7	0,67	0,69	1,1	75,1	Верхний запал	Низ слитка

Выход сплава при различных поджигах: нижний запал 98,5 %, содержание WO_3 в шлаке 0,38 %; верхний запал – выход сплава 98,0 %, содержание WO_3 в шлаке 0,38 %.

Из приведенного сравнения достоинств и недостатков обоих способов ведения плавки следует, что верхний запал при получении ферровольфрама алюминотермическим способом наиболее приемлем, так как он обеспечивает получение однородного сплава по всей высоте слитка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Плиннер Ю.Л., Сучильников С.И., Рубинштейн Е.А. Алюминотермическое производство ферросплавов и лигатур. – М. : Металлургиздат, 1963. – 176 с.

Материал поступил в редакцию 16.08.13.

RESEARCH OF INFLUENCE OF THE LARGE-SCALE FACTOR ON INDICATORS OF THE PROCESS OF FERRO-TUNGSTEN PREPARATION

N.Yu. Golovchenko¹, O.S. Bayrakova², S.H. Aknazarov³, G.I. Ksandopulo⁴

¹ Doctor of Philosophy, Senior Research Assistant, ² Leading Engineer,

³ Executive Director, Doctor of Chemistry, ⁴ Doctor of Chemistry, Professor

Combustion Problems Institute, Kazakhstan

Abstract. Influence of large-scale factor on rate of a reaction, ultimate recovery of specific metal in alloy and completeness of processing was investigated in the work. Optimum parameters of carrying out tap are determined. The structure of received alloys and scums with the help of X-ray spectral analysis method is investigated.

Keywords: large-scale factor, ferro-tungsten, pressure, alloy exit, metal extraction.