

Министерство образования и науки Российской Федерации
Сибирский государственный индустриальный университет

Посвящается 400-летию города Новокузнецка

МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО
«Металлургия – 2017»

15 – 16 ноября 2017 г.

Труды
XX Международной научно-практической конференции
Часть 1

Новокузнецк
2017

УДК 669(06)+658.012.056(06)
М 540

Редакционная коллегия

академик РАН Л.А. Смирнов, д.т.н., профессор Е.В. Протопопов,
д.т.н., профессор М.В. Темлянец, д.т.н., профессор А.В. Феоктистов,
д.т.н., профессор Г.В. Галевский, д.ф.-м.н., профессор В.Е. Громов,
д.т.н., профессор А.Р. Фастыковский, д.т.н., профессор Н.А. Козырев,
к.т.н., профессор С.Г. Коротков, к.т.н., доцент С.В. Фейлер

М 540 **Металлургия: технологии, инновации, качество : труды XX Международной научно-практической конференции: в 2-х ч. Ч. 1 / под ред. Е.В. Протопопова; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк: Изд. центр СибГИУ, 2017. – 460 с., ил.**

ISSN 2542-1670

Труды конференции включают доклады по актуальным вопросам теории и технологии производства, обработки и сварки металлов, энергоресурсосбережения, рециклинга и экологии в металлургии.

Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, проект № 17-08-20433.

ОРГАНИЗАТОРЫ И ПАРТНЕРЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Администрация Кемеровской области
ФГБОУ ВО «Сибирский государственный индустриальный университет»
АО «ЕВРАЗ ЗСМК»
АО «Русал Новокузнецк»
АО «Кузнецкие ферросплавы»
ОАО «Черметинформация»
Издательство Сибирского отделения РАН
Журнал «Известия вузов. Черная металлургия»
Журнал «Вестник СибГИУ»
Журнал «IOP conference series: materials science and engineering»
ОАО «Кузбасский технопарк»
Западно – Сибирское отделение Российской Академии естественных наук
Совет молодых ученых Кузбасса

ISSN 2542-1670

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2017

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАНОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ СТРУКТУР ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЕВ РАСПЛАВОВ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШЛАКА	104
Журавлев А.А. ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПЕРСПЕКТИВ РАЗВИТИЯ ПЕРЕРАБОТКИ МОЛИБДЕНОВЫХ РУД	107
Полях О.А., Журавлев А.Д. ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПЛАВКИ НА СТЕПЕНЬ УДАЛЕНИЯ ФОСФОРА	111
Настюшкина А.В., Шевченко Е.А., Шевченко А.А. К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ СТАЛИ КОНВЕРТЕРНЫМ ВАНАДИЕВЫМ ШЛАКОМ	114
Рыбенко И.А., Голодова М.А., Нохрина О.И., Рожихина И.Д. ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ИККИЖЕЛОН» (РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН)	118
Рахманов О.Б., Аксенов А.В., Немчинова Н.В., Солихов М.М., Черношвец Е.А. ВЕДЕНИЕ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ПЛАВКИ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА	123
Ёлкин К.С., Ёлкин Д.К., Карлина А.И. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ В УСЛОВИЯХ ОБНОВЛЕНИЯ ЦЕННОСТЕЙ МОЛОДЕЖИ	127
Власов А.А., Бажин В.Ю., Копцев А.Е. ПРЯМОЕ ПОЛУЧЕНИЕ ЖЕЛЕЗА: СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА, ТЕНДЕНЦИИ	130
Нохрина О.И., Рожихина И.Д., Ходосов И.Е. СЕКЦИЯ 2: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ: ЛИТЕЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО, ОБРАБОТКА ДАВЛЕНИЕМ, ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА	135
 ИССЛЕДОВАНИЕ УГАРА РЕССОРНО-ПРУЖИННОЙ СТАЛИ МАРКИ 40С2 ПРИ НАГРЕВЕ ПОД ПРОКАТКУ И ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ, ХИМИЧЕСКОГО И ФАЗОВОГО СОСТАВА ЕЕ ОКАЛИНЫ	135
Темляниев М.В., Коноз К.С., Кузнецова О.В., Деев В.Б., Живаго Э.Я. ЭВОЛЮЦИЯ СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫХ СОСТОЯНИЙ 100-М ДИФФЕРЕНЦИРОВАННО ЗАКАЛЕННЫХ РЕЛЬСОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ	140
Юрьев А.А., Громов В.Е., Морозов К.В., Иванов Ю.Ф., Коновалов С.В., Семин А.П. РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АВТОЛИСТА ПОВЫШЕННОГО КАЧЕСТВА В УСЛОВИЯХ СТАНА ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКИ 2500	144
Кондрашов С.А., Голубчик Э.М., Мартынова Т.Ю. МИКРОСТРУКТУРА И ТРИБОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ ХАРДОКС 450, МОДИФИЦИРОВАННОЙ НАПЛАВКОЙ ПОРОШКОВОЙ ПРОВОЛОКОЙ Fe-C-Cr-Nb-W И ЭЛЕКТРОННО-ПУЧКОВОЙ ОБРАБОТКОЙ	151
Громов В.Е., Кормышев В.Е., Глезер А.М., Коновалов С.В., Иванов Ю.Ф., Семин А.П. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА УПРОЧНЕННОГО СЛОЯ ПОСЛЕ ПОВЕРХНОСТНОГО ПЛАСТИЧЕСКОГО ДЕФОРМИРОВАНИЯ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ	155
Нго Као Кыонг, С.А. Зайдес	155
ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ В ПОВЕРХНОСТНЫХ СЛОЯХ ДЕФОРМИРОВАННОЙ ПРОВОЛОКИ	159
Сычков А.Б., Столяров А.Ю., Камалова Г.Я. Ефимова Ю.Ю., Егорова Л.Ю., Гулин А.Е. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ ЛИТЕЙНЫХ СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИМ ТЕХНОЛОГИЯМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ	165
Деев В.Б., Приходько О.Г., Пономарева К.В., Куценко А.И., Сметанюк С.В. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НЕПРЕРЫВНОГО ПРЕССОВАНИЯ СПОСОБОМ “КОНФОРМ”	169
Фастыковский А.Р., Селиванова Е.В., Федоров А.А. ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМАЦИИ ПОРИСТЫХ СТРУКТУР	172
Куницина Н.Г., Ташметова М.О. ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ НЕГАТИВНЫХ АВТОКОЛЕБАНИЙ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДАВЛЕНИЕМ ТОНКИХ ШИРОКИХ СТАЛЬНЫХ ПОЛОС	176
Кожевникова И.А., Кожевников А.В. АНАЛИЗ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПРОКАТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ	180
Фастыковский А.Р.	

ник, 2007.- 528 с.

3. Кудрин В. А. Теория и технология производства стали: Учебник для вузов. - М.: «Мир», ООО «Издательство АСТ», 2003.- 528с.

4. Поволоцкий Д.Я. Рощин В.Е., Мальков Н.В. Электрометаллургия стали и ферросплавов. Учебник для вузов. М.: Metallurgy, 1995.- 592 с.

УДК 669.046.01

К ВОПРОСУ О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАБОТКИ СТАЛИ КОНВЕРТЕРНЫМ ВАНАДИЕВЫМ ШЛАКОМ

Рыбенко И.А., Голодова М.А., Нохрина О.И., Рожихина И.Д.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк, Россия, golodova_ma@mail.ru*

Аннотация: Представлены результаты термодинамического моделирования и лабораторного исследования процесса микролегирования стали ванадием из конвертерного ванадиевого шлака с использованием углерода коксика и кремния ферросилиция. Данные экспериментальные исследования на лабораторной дуговой печи подтвердили результаты термодинамического моделирования.

Ключевые слова: ванадий, микролегирование, легирование стали, конвертерный ванадиевый шлак, термодинамическое моделирование.

TO THE QUESTION OF IMPROVING STEEL PROCESSING TECHNOLOGY BY VANADIEVYM CONVERTER SLAG

Rybenko I.A., Golodova M.A., Nohrina O.I., Rogihina I.D.

*Siberian State industrial University,
Novokuznetsk, Russia, golodova_ma@mail.ru*

Abstract: Presents the results of thermodynamic modeling and laboratory studies of microalloying steel vanadium from vanadium converter slag by using carbon of small-sized coke and silicon of ferrosilicon. Data from experimental studies on laboratory arc furnace results confirmed thermodynamic modeling.

Keywords: vanadium, microalloying, alloying steel, vanadium converter slag, thermodynamic modeling.

В настоящее время в связи с необходимостью снижения энерго- и материалоемкости производства, решения экологических проблем становится перспективной технология легирования стали, основанная на введении оксидных материалов и обеспечении условий восстановления легирующих элементов из их оксидов. Одним из наиболее эффективных, а, следовательно, и востребованных легирующих элементов для получения сталей с высокими эксплуатационными свойствами является ванадий. Источниками оксидов ванадия могут служить ванадийсодержащие металлизированные окатыши, технический пентаоксид ванадия и конвертерный ванадиевый шлак. Экономически выгоднее использовать для легирования именно конвертерный ванадиевый шлак, являющийся промежуточным продуктом ванадиевого передела, так как его стоимость значительно ниже стоимости технического пентаоксида ванадия, а содержание ванадия выше, чем в металлизированных окатышах. Актуальной задачей является разработка технологии обработки стали конвертерным ванадиевым шлаком с использованием в качестве восстановителей кремния и углерода, так как в настоящее время в качестве восстановителей применяются имеющие высокую стоимость алюминий, кремний, кальций.

Для решения указанной задачи с использованием разработанных ранее методик термодинамического моделирования [1, 2] на основе готового программного продукта – программного комплекса «Терра» [3], были выполнены расчеты по определению оптимальных условий восстановления ванадия из ванадиевого конвертерного шлака, проведены лабораторные исследования, моделирующие процесс восстановления ванадия из конвертерного ванадиевого шлака при внепечной обработке стали (легировании стали в ковше на выпуске и обработке на установке печь ковш).

Расчеты проводились при температуре 1873 К, количество печного шлака, попадающего в ковш, составляет 1 кг/т металла, присадки извести и ферросилиция ФС 75 приняты равными 2 кг/т соответственно. Расход конвертерного ванадиевого шлака составил 4, 6, 8, 10 и 12 кг/т металла при

изменении расхода коксика в пределах от 0 до 2 кг/т металла.

При проведении расчетов были приняты следующие составы исходных материалов:

- конвертерный ванадиевый шлак: 16 % V_2O_5 , 25 % $Fe_{общ}$, 8 % MnO , 15 % SiO_2 , 4 % TiO_2 ;
- известь: 85 % CaO , 2 % SiO_2 , 1 % Al_2O_3 , 2 % MgO , 9 % $CaCO_3$;
- электропечной шлак: 25 % FeO , 8 % MnO , 45 % CaO , 15 % SiO_2 , 2 % MgO , 2 % Al_2O_3 , 2 % P_2O_5 ;
- металл, выпускаемый из дуговой электропечи: 0,2 % Mn , 0,02 % S , 0,02 % P , от 0,1 % до 0,7 % C .

Полученные зависимости содержания ванадия в металле от содержания углерода в стали на выпуске и расхода конвертерного ванадиевого шлака, приведенные на рисунке 1, имеют экстремумы. Расчетные данные показали, что при расходе конвертерного шлака до 8 кг/т стали достигается содержание ванадия в металле не менее 0,04 % как для высокоуглеродистой, так и для средне- и низкоуглеродистых сталей. Для среднеуглеродистой стали возможно получение содержания ванадия в металле не более 0,09 % при расходе конвертерного ванадиевого шлака до 20 кг/т стали.

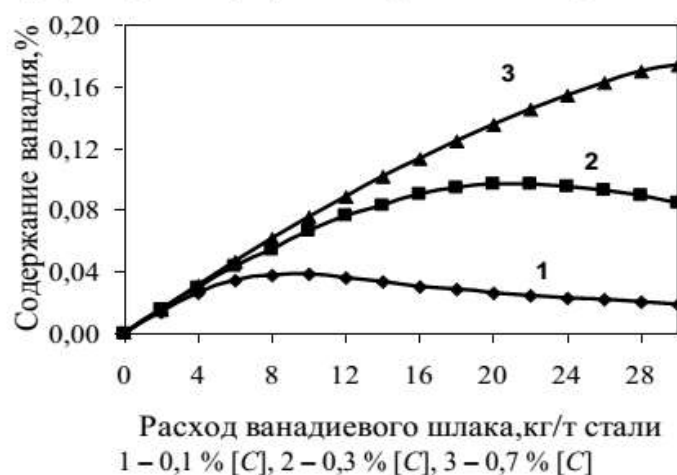


Рисунок 1 — Зависимость содержания ванадия в стали от содержания углерода в металле и расхода конвертерного ванадиевого шлака

Выполненные термодинамические расчеты позволили определить теоретический коэффициент извлечения ванадия из конвертерного ванадиевого шлака во время выпуска стали и формирования ковшового шлака (рисунок 2).

Из полученных результатов следует, что во время выпуска коэффициент извлечения ванадия равен 0,5 при расходе конвертерного ванадиевого шлака 10 кг/т стали, что позволяет получить содержание ванадия в стали 0,04% (рисунок 2). Для средне- и высокоуглеродистой стали при таком расходе шлака коэффициент извлечения составляет более 0,9.

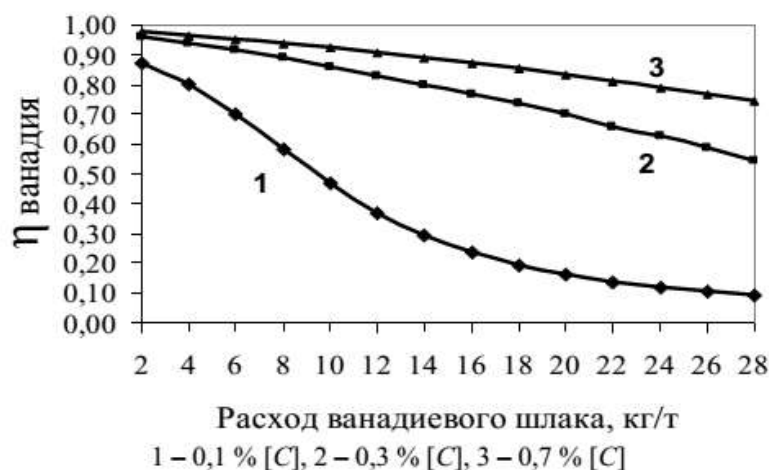


Рисунок 2 — Зависимость коэффициента извлечения ванадия от углерода стали и количества конвертерного ванадиевого шлака

Для оценки конечного результата выпечной обработки стали было выполнено термодинамическое моделирование процесса восстановления ванадия из конвертерного ванадиевого шлака с учетом вносимых восстановителей (углерод коксика и кремний ферросилиция).

Расчеты были проведены для следующих дополнительных условий: сталь среднеуглеродистая, расход коксика – от 0 до 2 кг/т стали, расход конвертерного ванадиевого шлака – от 4 до 16 кг/т стали, количество печного шлака – 10 кг/т стали. Результаты показали, что в указанном диапазоне расходов шлака при расходе коксика более 0,6 кг/т стали, содержание ванадия в металле не меняется (рисунок 3), а коэффициент извлечения ванадия превышает 0,9 (рисунок 4) при любых расходах шлака.

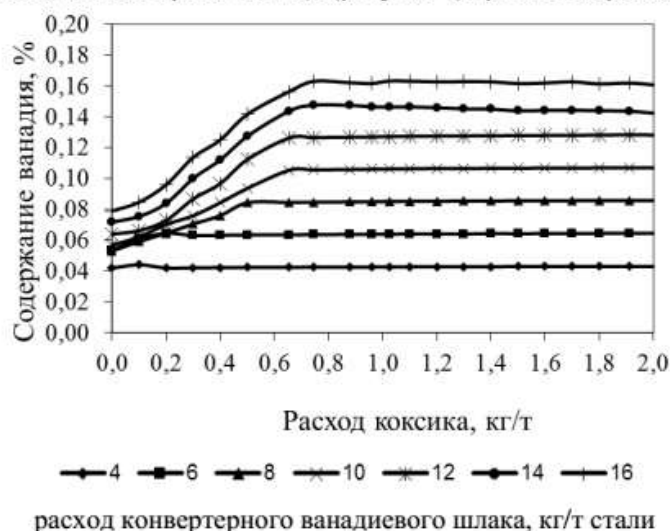


Рисунок 3 – Зависимость содержания ванадия в стали от расходов коксика и конвертерного ванадиевого шлака

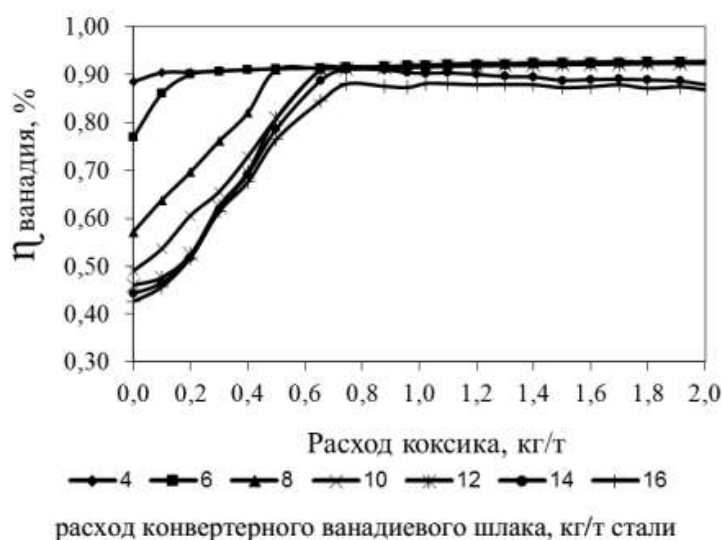


Рисунок 4 – Зависимость коэффициента извлечения ванадия от расходов коксика и конвертерного ванадиевого шлака

Проведенные расчеты также указывают:

- оксиды ванадия исчезают при расходах коксика от 0,5 до 0,6 кг/т стали в диапазоне изменения расхода конвертерного ванадиевого шлака от 4 до 12 кг/т;
- содержание углерода в стали, в зависимости от расхода коксика, изменяется в пределах от 0,01 до 0,80 % независимо от расхода конвертерного ванадиевого шлака;
- марганец восстанавливается полностью, его концентрация в металле увеличивается пропорционально расходу шлака;
- титан присутствует в металле незначительно в виде карбидов титана при высоких расходах коксика и в шлаке в виде $CaTiO_3$;
- шлак представлен оксидами кальция, магния, алюминия и кремния.

Таким образом, результаты термодинамического моделирования показали возможность микролегирования стали ванадием с использованием конвертерного ванадиевого шлака в ковше с приме-

нением коксика и ферросилиция. Результаты расчетов хорошо согласуются с полученными ранее данными [4–8].

С целью подтверждения результатов термодинамического моделирования легирования стали ванадием из конвертерного ванадиевого шлака была проведена серия опытных плавов на лабораторной дуговой печи вместимостью 2 кг с магнезитовой футеровкой при температуре 1873 К. В состав исходных материалов входили углеродистая сталь следующего состава 0,27 % C, 0,49 % Mn, 0,02 % Si, 0,02 % V, конвертерный ванадиевый шлак, восстановители и известь. В качестве восстановителей использовали кристаллический кремний и графит.

Из предварительно измельченных и тщательно перемешанных исходных материалов были изготовлены брикеты с различным соотношением восстановителей. В качестве связующего использовалось жидкое стекло. Подготовленные брикеты высушивались на воздухе.

Состав и количество материалов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Количество исходных и присаживаемых материалов, г

№	Масса составляющих брикета			Масса бри- кета	Масса ме- талла	Масса из- вести	Масса кремния (раскислитель)
	шлак	графит	кремний				
1	100	17	0	25	1840	25	10
2	100	0	15	25	1695	25	10
3	100	15	3	15	1650	15	15
4	100	12	6	20	1675	20	10
5	100	7,6	9	25	1945	25	15
6	100	5	12	25	1845	25	25

В печь загружались углеродистая сталь и шлакообразующие. После расплавления материалов и формирования шлака металл раскисляли кремнием и вводили брикеты. Эффект процесса обработки стали ванадиевым конвертерным шлаком достигался благодаря перемешиванию металла в печи механическим способом.

Температуру проведения экспериментов контролировали вольфрам-рениевой термопарой BP5/20. Время эксперимента после стабилизации температуры составило 10 минут.

После окончания процесса металл разливался в изложницу и охлаждался на воздухе. Полученный металл подвергли спектральному анализу, результаты которого приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты спектрального анализа полученного металла

№	Массовая доля элемента, %									
	C	Ni	Mn	Ti	Mo	Si	W	V	Al	Nb
1	0,412	0,098	0,456	не обн.	0,014	0,353	0,004	0,126	0,002	
2	0,166	0,072	0,461	0,054	0,013	1,051	0,004	0,108	0,002	
3	0,309	0,094	0,515	0,06	0,015	1,938	0,006	0,1	0,002	0,001
4	0,254	0,078	0,388	не обн.	0,013	0,333	0,005	0,114	0,001	
5	0,337	0,086	0,424	не обн.	0,013	0,332	0,004	0,111	0,002	
6	0,242	0,092	0,421	не обн.	0,014	0,508	0,005	0,118	0,002	
Погрешность результатов анализа по ГОСТ 18895 – 97, %										
	± 0, 003		± 0, 012	± 0, 008		± 0, 015		± 0, 008		

Анализ полученного металла показал стабильное содержание в пробах марганца и ванадия. Титан присутствовал только в двух пробах: при использовании в качестве восстановителя одного кремния (проба 2) и при малом расходе извести (проба 3). В пробах 2 и 3 также было отмечено повышенное содержание кремния в металле, что связано с более высоким расходом кремния в шихтовых материалах.

По данным анализа были определены коэффициенты извлечения ванадия η_V с учетом содержания ванадия в исходном металле. Результаты расчета отношений приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения отношений η_V

№	Масса брикета, г	Масса металла, г	Масса ванадия в исходном металле, г	Масса ванадия в брикете, г	Масса ванадия в металле, г	η_V
1	25	1840	0,37	1,91	2,32	0,99
2	25	1695	0,34	1,91	1,83	0,96
3	15	1650	0,33	1,14	1,65	0,99
4	20	1675	0,34	1,51	1,91	0,99
5	25	1945	0,39	1,81	2,15	0,98
6	25	1845	0,37	1,91	2,17	0,95

Таким образом, экспериментальные исследования на лабораторной дуговой печи подтвердили результаты термодинамического моделирования и показали возможность обработки стали конвертерным ванадиевым шлаком с использованием в качестве восстановителей углерода и кремния.

Библиографический список

1. Рыбенко И.А. Применение инструментальной системы моделирования и оптимизации для разработки теоретических основ технологий легирования и модифицирования стали [текст] / И. А. Рыбенко // Бюл. Черная металлургия. – 2017. - № 2. – С. 37 – 43.
2. Рыбенко И.А. Применение методики и инструментальной системы расчета металлургических процессов для разработки теоретических основ ресурсосберегающих технологий [текст]: монография / И. А. Рыбенко ; Сиб. гос. индустр. ун-т. – Новокузнецк : Изд. центр СибГИУ, 2016. – 187 с.
3. Трусов Б.Г. Программная система ТЕРРА для моделирования фазовых и химических равновесий при высоких температурах [текст] / Б. Г. Трусов // III межд. симпозиум «Горение и плазмохимия». 24 – 26 августа 2005. Алматы, Казахстан. – Алматы : Казак университеті, 2005. – С. 52 – 57.
4. Голодова М.А. Исследование условий процесса восстановления ванадия и железа из конвертерного ванадиевого шлака [текст] / М. А. Голодова, В. И. Дмитриенко, И. Д. Рожихина, О. И. Нохрина, И. А. Рыбенко // Изв. вуз. Черная металлургия. – 2011. - № 4. – С. 3 – 5.
5. Голодова М.А. К вопросу о термодинамическом моделировании процесса восстановления элементов конвертерного ванадиевого шлака [текст] / М. А. Голодова, И. Д. Рожихина, О. И. Нохрина, И. А. Рыбенко // Бюл. Черная Металлургия. – 2016. - № 10. – С. 27 – 34.
6. Thermodynamic modeling of restoring items converter vanadium slag [text] / M. A. Golodova, I. D. Rozhihina, O. I. Nakhrina, I. A. Rybenko // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 150 (2016) 012016 doi:10.1088/1757-899X/150/1/012016.
7. Нохрина О.И. Углеродосиликотермическое восстановление элементов из оксидов конвертерного ванадиевого шлака [текст] / О. И. Нохрина, И. Д. Рожихина, В. И. Дмитриенко, М. А. Голодова, Ю. А. Ефименко // Известия вузов. Черная металлургия. – Москва : МИСИС, 2014. – № 2. – С. 27-30.
8. Голодова М.А. Термодинамическое моделирование процесса восстановления элементов конвертерного ванадиевого шлака [текст] / М. А. Голодова, И. Д. Рожихина, О. И. Нохрина, И. А. Рыбенко // «Моделирование и наукоемкие информационные технологии в технических и социально-экономических системах : труды IV Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 12-15 апреля 2016 г.» – Новокузнецк, 2016. – Ч. 1. – С. 112-117

УДК 622.7

ПОИСК ОПТИМАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИЙ РУДЫ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ИККИЖЕЛОН» (РЕСПУБЛИКА ТАДЖИКИСТАН)

Рахманов О.Б., Аксенов А.В., Немчинова Н.В., Солихов М.М., Черношвец Е.А.

*Иркутский национальный исследовательский технический университет
г. Иркутск, Россия, rakhmanov.salam@mail.ru*

Аннотация: В статье представлены сведения о вещественном составе золотосодержащей руды месторождения «Иккижелон» (Республика Таджикистан). Исследовано влияние крупности помола исходной руды на результаты флотационного обогащения. Выполнен химический анализ флотоконцентрата. Представлены результаты фазового анализа на золото хвостов флотации.

Научное издание

**МЕТАЛЛУРГИЯ:
ТЕХНОЛОГИИ, ИННОВАЦИИ, КАЧЕСТВО**
«Металлургия – 2017»

Труды XX Международной научно-практической конференции

Часть 1

Под общей редакцией профессора Е.В. Протопопова

Технический редактор	В.Е. Хомичева
Компьютерная верстка	Н.В. Ознобихина

Подписано в печать 23.10.2017 г.
Формат бумаги 60×84 1/16. Бумага офисная. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 27,0 Уч.-изд. л. 29,4 Тираж 300 экз. Заказ № 521

Сибирский государственный индустриальный университет
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42.
Издательский центр СибГИУ