

5. Пилипенко А. Ю., Кузьмина Р. И., Зюмченко Е. В. Конверсия этанола на катализаторе Zr-ZSM-5 // Изв. Саратов. ун-та. Нов. сер. Сер. Химия. Биология. Экология. 2014. Т. 14, вып. 3, С.25-30
6. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС -2 – 2015. Производство аммиака, минеральных удобрений и неорганических кислот. М.: Из-во Бюро НДТ. 2015
7. Pandiyan K., Singh A., Singh S. et. al. Technological interventions for utilization of crop residues and weedy biomass for second generation bio-ethanol production // Renewable Energy. 2019. V. 132. P.723-741

УДК 669.295.055

**Н.Р. Тимирбаева^{1,2}, А.З. Исагулов²,
О.В. Заякин³, А.С. Байсанов²**

¹Карагандинский государственный технический университет, Казахстан

²Химико-Металлургический институт им. Ж. Абишева, Казахстан

³Институт металлургии Уральского отделения РАН, Российская Федерация

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВА ТИТАНСОДЕРЖАЩИХ СПЛАВОВ

Аннотация. В настоящей работе описано современное состояние и проблемы производства титансодержащих ферросплавов. Проанализированы основные способы производства сплавов с титаном в разрезе технико-экономических показателей. Определены основные преимущества и недостатки указанных методов.

В настоящее время возрастает интерес металлургов к титансодержащим сплавам. Данные сплавы успешно применяются в черной металлургии при раскислении стали, однако широкое их применение сдерживается сложностью и высокой стоимостью сырьевых материалов для их производства [1].

Титан является сильным карбидным стабилизатором, который используется в аустенитной нержавеющей стали для предотвращения межкристаллитной коррозии. Кроме того, он улучшает характеристики упрочнения стали [2-3]. Титансодержащие ферросплавы (ферротитан, силикотитан) по сравнению с чистым

титаном обладает преимуществом лучшей растворимости (более низкая температура плавления и более высокая плотность) и более низкая стоимость. Титановые ферросплавы в зависимости от его состава производится несколькими способами. Этими методами являются карботермическое восстановление, алюмотермическое восстановление и производство титанового лома и железа в индукционной печи в вакууме или атмосфере аргона [4-5].

Исходным сырьем для производства титансодержащих ферросплавов являются ильменит, шлаки с высоким содержанием титана, полученные из ильменита и титанового лома. На данное время реальными объектами минерально-сырьевой базы Казахстана являются три россыпных титан-циркониевых месторождения: Сатпаевское (ВКО), Обуховское (СКО) и Шокашское (Актюбинская обл.). Разведанные месторождения разрабатываются в начальной стадии их переработки – получением концентратов, а их запасы способны обеспечить сырьем перерабатывающие предприятия на сотни лет [6-7]. Руды перерабатывают с выделением ильменитовых концентратов на Усть-Каменогорском титаномагниевом комбинате (АО «УК ТМК») и на Актюбинском заводе ферросплавов (АктЗФ, АО «ТНК«Казхром»). Однако, добыча сырья и производство титановых и цирконовых концентратов осуществляется в небольших объемах.

Практика применяемых технологий переработки и обогащения титановых руд не удовлетворяет запросам индустрии из-за высокой стоимости конечного продукта. Потребность казахстанских ферросплавных заводов в титансодержащих ферросплавах в основном покрывается за счет импорта из России, КНР и других стран. На этом фоне создание отечественного производства подобных сплавов для раскисления и легирования стали и выделение этого производства в отдельную отрасль промышленности представляет собой крайне важную и актуальную задачу, решение которой позволит существенно поднять технический и экономический уровень отечественных ферросплавных предприятий.

Не смотря на обширную базу исследований, на сегодняшний день в Казахстане отсутствуют промышленные предприятия по производству титансодержащих ферросплавов. Поэтому отечественные предприятия, в частности АО «Арселор Миталл Темиртау», и за отсутствия в республике собственного ферросплава на основе титана при выпуске низко- и среднее легированных марок стали (ЗСП, 10СП, 09Г2С и т.д.) вынуждены использовать импортные титансодержащие виды ферросплавов.

На сегодняшний день не существует высокоэффективной технологии по выплавке титансодержащих сплавов одностадийным способом с минимальными энерго-экономическими затратами.

Известен ряд способов выплавки титансодержащего ферросплава (ферротитана) металлургическим способом - алюмотермией [9-10], где по технологии производства в качестве восстановителя применяют дорогостоящие материалы, такие как алюминиевый порошок и ферросилиций марки ФС75. Данные технологии в настоящее время действуют на ООО «УК «Российские Специальные Сплавы» (Россия) и ООО «Ключевский завод ферросплавов» (Россия).

Также известен двухстадийный способ [10] получения титансодержащего ферросплава алюмотермией, где с использованием ильменитовой руды, извести и углеродного восстановителя - электродного боя или кокса, на второй стадии готовят шихту из измельченного шлака, полученного на первой стадии, и порошкового алюминия, которую загружают и уплотняют в стальной оболочке с образованием расходуемого электрода.

В настоящее время АО «УКТМК» и южнокорейская компания «ПОСКО» совместно участвуют в реализации проекта по созданию в Казахстане производства по выпуску титановых слитков и слябов. В качестве исходных шихтовых материалов ими используется титановый лом и титансодержащие металлические отходы.

Практика использования составов шихтовых материалов, применяемых для получения ферротитана по известным технологиям, указывает на ряд недостатков: использование при шихтовке дефицитного сырья, требующего значительных материальных и энергетических затрат; наличие в компонентах шихты вредных примесей, что усложняет контроль безопасного ведения технологического процесса получения гарантированного качества титансодержащего ферросплава.

Таким образом, при производстве титансодержащих ферросплавов по известным технологиям возникают проблемы оптимального выбора титансодержащего сырья и других компонентов шихты для его выплавки. В качестве титансодержащего сырья в основном используют ильменитовый, рутиловый концентраты, рудные композиты, отходы, которые кроме оксида титана содержат вредные примеси (P, S, цветные металлы), что усложняет и удорожает технологический процесс получения качественного ферросплава.

Вышесказанное вызывает необходимость проведения комплекса научно-исследовательских работ по совершенствованию и внедрению технологических процессов производства новых альтернативных титансодержащих комплексных ферросплавов в Республике Казахстан и странах СНГ. Поэтому исследование технологии получения эффективного титансодержащего сплава, полученного из отечественного некондиционного сырья, является актуальной задачей, решение которой имеет большое практическое значение.

Список использованных источников

1. Друинский М.И., Жучков В.И. Получение комплексных ферросплавов из минерального сырья Казахстана. – Алма-Ата: Наука, 1988. – 208 с.
2. Источник: <https://www.metalbulletin.ru/a/2E1>
3. H.S. Ray, R. Sridhar and K.P. Abraham, Extraction of Non Ferrous Metals, 1996, Affiliated East – West Press, New Delhi, India, pp. 445 – 484
4. F. Habashi, Handbook of Extractive Metallurgy, 1997, vol.1, WileyVCH Company, Germany, pp. 1129 – 1180
5. M. Pourabdoli, Sh. Raygan, H. Abdizadeh, K. Hanaei. A New Process for the Production of Ferrotitanium from Titania Slag //Canadian Metallurgical Quarterly. – 2007. – Vol 46, No 1, P. 17-24
6. Информационно-аналитический обзор // Состояние и перспективы мирового и внутреннего рынков цветных, редких и благородных металлов / Информационно-аналитический центр (ИАЦ) ООО «ИНФОМЕТГЕО». - Титан. – Москва, 2002.– Вып. 9.
7. Абдибеков Е.К., Гриненко В.И., Есенжулов А.Б., Петлюх П.С., Хворостян В.Н. Комплексное освоение титан-циркониевого месторождения Шокаш // Сталь. - 2003. - №6. - С.50-51.
8. Патент 2318032 РФ. Ферротитан для легирования стали и способ его алюминотермического получения / Гильварг С. И., Одинокоев С. Ф., Мальцев Ю. Б., Банных А. Г.; патентообладатель ООО «УК «Российские Специальные Сплавы»; заявл. 15.09.2006 ; опубл. 27.02.2008.
9. Патент 2516208 РФ. Шихта для получения титансодержащего шлака, титаносодержащая шихта и способ алюминотермического получения ферротитана с их использованием /Гильварг С. И., Григорьев В. Г., Кузьмин Н. В., Мальцев Ю. Б.; патентообладатель: ООО «Ключевский завод ферросплавов»; заявл. 07.08.2012; опубл. 20.02.2014.

10. Патент RU 2329322. Способ получения высокотитанового ферросплава из ильменита / Чепель С.Н., Звездин А.А., Полетаев Е.Б. ; заявл. 19.05.2005 ; опубл. 20.07.2008.

УДК 544.6.076.32

Ю.В. Матвейчук¹, **Е.М. Рахманько**², А.Р. Цыганов³
¹ ООО «НОРДХИМ»

² Белорусский государственный университет

³ Белорусский государственный технологический университет,

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРА ДВУХЗАРЯДНОГО ИОНА НА ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКУЮ СЕЛЕКТИВНОСТЬ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ЭЛЕКТРОДОВ

Аннотация. Изучено влияние стерической доступности обменного центра ЧАС и размера двухзарядного гидрофильного иона на аналитические характеристики $S_4O_6^{2-}$, SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} , $S_2O_3^{2-}$ -СЭ. Установлено, что для SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} , $S_2O_3^{2-}$ -СЭ по мере улучшения стерической доступности обменного центра в ряду ТНОДА – ТБ – ТЭ – ТМ – ДЦФБТМ – (оксиэтил)₂ТМ – (оксиэтил)₃ТМ – (оксиэтил)₄ТМ происходит значительное уменьшение $\lg K^{Pot}(i, j)$. Величина эффекта улучшения селективности зависит от размера двухзарядного аниона и уменьшается в ряду $S^{2-} - SO_3^{2-} - SO_4^{2-} - S_2O_3^{2-}$. Максимальные эффекты достигаются для наименьшего из изученных S^{2-} -ионов. Для $S_4O_6^{2-}$ -СЭ обнаружена обратная зависимость.

Yu.V. Matveichuk¹, **E.M. Rakhmanko**², A.R. Tsyganov³
¹ LLC «NORDHIM»

² Belarusian State University

³ Belarusian State Technological University

EFFECT OF THE SIZE OF A DOUBLY CHARGED ION ON THE POTENTIOMETRIC SELECTIVITY OF THE APPROPRIATE ELECTRODES

Abstract. The effect of QAS exchange center steric accessibility and doubly charged hydrophilic inorganic ions size on the analytical characteristics of $S_4O_6^{2-}$, SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} , $S_2O_3^{2-}$ ion selective electrodes was studied. It has been established that for SO_4^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} , $S_2O_3^{2-}$ -SE with the improvement of the exchange center steric accessibility in the series TNODA - TB - TE - TM - BHPBTM - (oxyethyl)₂TM -