

оружейных стратегических резервов. Поэтому к концу 2001 года НАК "Казатомпром" имел кредитную задолженность на сумму порядка 40 млн долларов США. На 2002 год ситуация стабилизировалась. НАК "Казатомпром", имеет долю в мировом производстве урана (45 тыс.т) порядка 5%. Учитывая то, что мировая добыча урана заметно ниже его потребления, перспективы отрасли оцениваются достаточно высоко.[4]

Другая заметная отрасль казахстанской цветной металлургии – производство свинца и цинка. Лидирующим предприятием здесь является ОАО «Казцинк». По прогнозам, к 2005 году объемы его производства должны составлять 410 тыс. т цинка и 160 тыс. т свинца. Помимо этих видов продукции предприятие выпускает медный концентрат и благородные металлы (золото и серебро).

Другие металлургические производства Казахстана как в черной, так и в цветной металлургии, незначительны.

Главная особенность Казахстанской ситуации – получение прибыли почти на 100 % только от экспортной выручки. Другая характерная черта – почти полная концентрация и монополизация производств и контрольные пакеты акций в руках иностранных инвесторов.

Литература.

1. статья 25 января 2003 года в журнале "Металлургический бюллетень" (№ 1-2).
2. [Электронный ресурс]. Режим доступа: [www.mykazakhstan.kz](http://www.mykazakhstan.kz).
3. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://novikovv.ru/devyanostie-godi/v-ispat-karmete>
4. «Металлургия черных и цветных металлов», Челищев, Арсентьев

#### **ВЫПЛАВКА ФЕРРОСИЛИЦИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ НЕОФЛОСОВАННЫХ ОКАТЫШЕЙ**

*А.В. Соловьян, студент группы 10В41,  
научный руководитель: Теслева Е.П.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета  
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Ферросплавы – это сплавы железа с кремнием, марганцем, титаном, хромом и другими элементами [1]. Ферросилиций – это сплав железа с кремнием, который применяется для раскисления и легирования стали, а также для получения отливок из чугуна с заданным содержанием кремния [2]. Вводить в сталь кремний в виде его сплава с железом, а не в чистом виде удобнее вследствие более низкой температуры плавления и выгоднее, так как стоимость сплава ниже по сравнению со стоимостью кристаллического кремния.

Исходным сырьем для получения ферросилиция служат руды, так как в них высоко содержание окислов кремния, подлежащего восстановлению. Восстановительные процессы облегчаются, если они проходят в присутствии железа или его оксидов. Растворяя восстановительный элемент или образуя с ним химическое соединение, железо уменьшает его активность, выводит его из зоны реакции, препятствует обратной реакции – окислению [3].

В качестве железа вносимого в ферросилиций удобно использовать стружку, т.к. очищенная стружка – это достаточно недорогое сырье. Кроме того это практически сыпучий материал и его удобно использовать дозированно. Предприятия, которые занимаются производством ферросилиция приобретают металлическую стружку у специализированных поставщиков.

На сегодня, в связи с резким изменением котировки курса доллара по отношению к рублю возникла проблема дефицита стружки. Основные специализированные поставщики стружки в 2015 году поспешили массово отгрузить весь имеющийся запас в зарубежные страны. Машиностроительное производство в России переживает спад выпуска продукции, и как следствие, выдает недостаточное количество стружки, которое не позволяет обеспечить потребность ферросплавной промышленности.

Для сохранения текущих объемов производства ферросилиция в Кузбассе были проанализированы и проработаны возможные варианты замены стружки.

*1. Полная замена стружки железной рудой.* Одним из возможных вариантов является использование железной руды вместо стружки. Из опыта выплавки ферросилиция на «Ключевском заводе ферросплавов» (Свердловская обл.) известно, что в 1959г. на одной из печей, выплавляющих ферросилиций марки ФС75, железную стружку заменяли железной рудой. Это значительно увеличило

удельный расход электроэнергии. По мнению М.А.Рысса [4] применение железной руды является нецелесообразным, т.к. она вносит большое количество шлакообразующих компонентов и требует дополнительных, значительных затрат электроэнергии и углерода на восстановление оксидов железа и нагрев шлака.

2. *Замена стружки металлическим ломом (скрапом).* В качестве заменителя стружки возможно применение высокоуглеродистого низколегированного лома. Однако для введения его в шихту необходимо провести работы по его измельчению и сортировке. Для этого предприятие должно приобрести соответствующую рубительную машину либо обратиться к организациям, имеющим данное оборудование. Недостатком данного метода является значительное увеличение стоимости продукта.

3. *Частичная замена стружки железистым кварцитом.* Опыт ОАО «Серовский завод ферросплавов» (Свердловская обл.) показывает, что при определенных условиях можно часть стружки заменять высококачественной кусковой железной рудой. Куски железной руды в верхних горизонтах печи восстанавливаются богатым оксидом углерода (CO) противоточным газом. В связи с наличием железистых кварцитов с содержанием 34-44% Fe казалось бы целесообразным использовать их взамен части кварцита и железной стружки. Однако использование железистых кварцитов в кусковом виде затруднено по ряду причин. Структура железистых кварцитов такова, что кремнезем и минералы железа имеют тонкое прораствание. При температурах колошника и, тем более верхних горизонтов ванны, оксиды железа, восстановившиеся до закиси железа, активно взаимодействуют с оксидом кремния ( $\text{SiO}_2$ ) с образованием легкоплавких составов на основе фаялита ( $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ ). Образование жидкой фазы резко уменьшает электросопротивление содержимого в ванне печи, приводит к сегрегации компонентов шихты, спеканию колошника, что, в конечном счете, нарушает электрический и газовый режим работы печи [2].

Чтобы избежать приведенных выше недостатков, А.А.Чайченко и В.А.Кравченко [5] подвергли брикетированию и окатыванию хвосты обогащения железистых кварцитов совместно с газовым углем на сульфитно-спиртовой барде (8-10% от массы сухих материалов). Опытные плавки проводили в печи ОКБ-616 мощностью 1200 кВт·А. Полученный ферросилиций марки ФС75 по данным авторов отвечал требованиям стандарта. Удельный расход электроэнергии был на 12,3% ниже, чем в плавках на обычной шихте, а извлечение кремния в сплав – на 9,7% выше. Описанные опыты были проведены в 1971г. С тех пор существенно повысились требования к качеству ферросилиция по содержанию примесных металлов, усовершенствованы технологические параметры выплавки ферросилиция, а так же претерпела изменение стоимость различных материалов и технологических переделов.

4. *Частичная замена стружки железорудными неофлюсованными окатышами.* Ферросплавная компания ОАО «Кузнецкие ферросплавы» используя положительный опыт работы А.А.Чайченко и В.А.Кравченко приступила к выполнению программы по выплавке ферросилиция на печах цехов №1,2,3,6 с использованием неофлюсованных железорудных окатышей АО «Соколовско-сарбайского горно-обогатительного производственного объединения» (Казахстан) (рис.1).



Рис. 1. Неофлюсованные железорудные окатыши с монетой номиналом 25 центов США для оценки размеров

Окатыши – комочки измельченного рудного концентрата. Полуфабрикат металлургического производства железа. Является продуктом обогащения железосодержащих руд специальными концентрирующими способами [6].

Опытная кампания по использованию в шихте окатышей при выплавке ферросилиция марки ФС75 проводилась в течение февраля 2015 года на открытых печах ОАО «КФ».

Выплавка ферросилиция производилась в соответствии с технологическими инструкциями завода. Окатыши и стальная стружка использовались в соотношении 30:70 и 20:80 (по количеству вносимого железа). Окатыши подавались на печь без дробления и отсева мелочи. В течение всего экспериментального периода постоянно контролировались следующие параметры: текущий контроль качества окатышей (химический гранулометрический состав, влажность), количество шлака, химический состав шлака ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{SiC}$ ,  $\text{Si}_{\text{мет}}$ ,  $\text{C}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ), масса металла, состав металла ( $\text{Si}$ ,  $\text{Al}$ ,  $\text{Ca}$ ,  $\text{P}$ ), расходные показатели (шихтовые материалы, электродная масса, электроэнергия). В качестве шихты на время проведения опытной кампании использовались: кварцит, длиннопламенный уголь, щепа, окатыши и стружка.

Проведение опытных плавов на ОАО «КФ» подтвердило результаты работы ОАО «СЗФ». В шихте образовались легкоплавкие составы на основе фаялита, что, в конечном счете, нарушает электрический и газовый режим работы печи.

Обобщив вышесказанное можно сделать следующие выводы:

1. Замена металлической стружки неофлюсованными железорудными окатышами при производстве ферросилиция возможна.

2. Использование окатышей требует подбора, как электрического режима, так и процентного содержания компонентов шихты.

3. При использовании окатышей как заменитель металлической стружки необходимо подобрать соответствующие флюсовые добавки.

3. Использование окатышей вызывает потери производства и перерасход электроэнергии.

4. Расчет экономической эффективности показывает, что низкая стоимость окатышей перекрывается высокой стоимостью перерасхода электроэнергии и вспомогательных материалов.

Литература.

1. Воскобойников В.Г., Кудрин В.А., Якушева А.М. Общая металлургия: учебник для вузов. 6-изд., перераб и доп.-М.: ИКЦ «Академкнига», 2002. – 768 с.:253 ил.
2. Зубов В.Л., Гасик М.И. Электрометаллургия ферросилиция. Днепропетровск: Системные технологии, 2002. – 704 с.
3. Толстогузов Н.В. Теоретические основы и технология плавки кремнистых и марганцевых сплавов. М.: Металлургия. 1992 г. – 241 с.
4. Рысс М.А. Производство ферросплавов. М.: Металлургия. 1985. – 344с.
5. Чайченко А.А., Кравченко В.А. Исследование возможности производства ферросилиция из окискованных хвостов от обогащения железистых кварцитов. //Сталь. 1971. №10. – С. 915.
6. Окатыш // Википедия [электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/>

## ПРЯМЫЕ И КОСВЕННЫЕ ИСПЫТАНИЯ СВОЙСТВ НАПЛАВЛЕННОГО ТЕПЛОСТОЙКОГО МЕТАЛЛА ВЫСОКОЙ ТВЕРДОСТИ

*А. Серикбол, студент группы 10В20,  
научный руководитель: Валувев Д.В.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского  
Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

*E-mail: aikosha94s@mail.ru*

Для анализа сварочных термометрических циклов и исследований свойств наплавленного быстрорежущего металла широко применяется метод температурной (тепловой) микроскопии, который совмещает достоинства микроскопических и фрактографических методов, а также методов испытания механических свойств металлических материалов [1].

Преимущества метода температурной микроскопии наглядно проявляются при изучении термометрического воздействия на сталь. Обычный метод – закалка не позволяет устанавливать, например, особенности кинетики формирования и роста зерен аустенита, определять продукты его распада при