

Результаты исследований по вовлечению в ферросплавный передел железомарганцевых руд Казахстана

В Республике Казахстан сформировалась новая металлургическая отрасль – производство марганцевых ферросплавов, включающая полный производственный цикл от добычи марганцевых руд, их обогащения и получения товарных марганцевых концентратов и выплавки из них кремний-марганцевых ферросплавов – ферросиликомарганца. Марганцевые ферросплавы пользуются повышенным спросом на мировом рынке как высококачественные, с пониженным содержанием фосфора.

В связи с нехваткой качественного марганцевого сырья в России и других странах СНГ встает вопрос об организации поставок марганцевых концентратов из ЮАР и Австралии. Подобная проблема и у металлургических предприятий нашей республики: рудная база Темиртауского электрометаллургического комбината: месторождения Богач и Есымжал, а также Таразского металлургического комбината: месторождения Караадырь и Западный Камыс не обеспечивают возрастающих потребностей производственных мощностей, что затрудняет работу и развитие данных предприятий.

Казахстан располагает огромными запасами марганецсодержащего сырья, однако в исходном виде они не пригодны для получения стандартных марок марганцевых ферросплавов, так как представлены железомарганцевыми разновидностями. В общем запасе марганецсодержащих руд доля железомарганцевых составляет около 70 %, что соответствует прогнозным запасам в 700 млн. т. Так, только на месторождениях Айгыржал прогнозные запасы железомарганцевых руд составляют свыше 200 млн. т; на месторождении Западный Каражал свыше 350 млн. т.; на месторождении Ушкатын III – 80 млн. т.

Противоречие между увеличением производства марганцевых ферросплавов и сокращением разведанных запасов качественных марганцевых руд будут возрастать в связи с тем, что дальнейшее увеличение или сохранение уровня производства марганцевых ферросплавов по принятым технологиям будет связано с вовлечением все более бедных руд, требующих глубокого обогащения, что неизбежно приведет к увеличению себестоимости марганцевых ферросплавов.

Необходимо вовлечение железомарганцевых руд в ферросплавный передел, при условии разработки национальной технологии получения из них марганцевого концентрата с отношением Mn/Fe более 6, т.е. с удалением части железа.

Несмотря на многочисленные попытки, рациональных технологических решений нет. Применение железомарганцевых руд для выплавки стандартных марганцевых ферросплавов по действующим технологиям невозможно из-за низкого содержания марганца и высокого содержания железа. В технологическую схему, наряду с предварительным обогащением, необ-

ходимо включить дополнительную стадию по удалению железа. Существующий электрометаллургический метод удаления железа переплавом на марганцевый шлак и химические способы обогащения при использовании некондиционных железомарганцевых руд экономически невыгодны.

Одним из перспективных способов выделения железа является обжигмагнитный способ. Проведенные исследования в узком интервале температур 850-950 °С (традиционных для обжига железных руд) по обжигмагнитному обогащению железомарганцевых руд месторождений Западный Каражал и Дальний Восток не дали положительных результатов.

В настоящее время сотрудниками Химико-металлургического института разработан новый метод обжигмагнитной переработки железомарганцевых руд, включающий стадию восстановления железа газовыми углями месторождения Шубарколь и последующую магнитную сепарацию, позволяющую отделить восстановленное до ферромагнитной формы железо от марганцевой части рудного сырья. Данная технология позволяет получать пригодный для ферросплавного производства марганцевый концентрат из железомарганцевых руд и параллельно выделять железорудный концентрат.

Проведя экспериментальные исследования в широком интервале температур 500-1100 °С и расхода восстановителя, а также исследовав термодинамику и кинетику фазовых превращений, протекающих при обжиге железомарганцевых руд с использованием в качестве восстановителя шубаркольского угля, было установлено, что понижение температуры до 700 °С позволяет получить марганцевый концентрат из железомарганцевых руд, ранее считавшихся труднообогатимыми и неперспективными.

Сложность разработки предлагаемой технологии заключается в проведении такого восстановительного обжига чтобы марганцевые минералы сохранили немагнитные свойства, а немагнитные минералы железа железомарганцевой руды были переведены в ферромагнитное состояние в виде металлического железа или магнетита (Fe_3O_4).

До настоящего времени систематические научные исследования с выдачей рекомендаций и созданием основ процессов магнетизации для обжигмагнитного селективного разделения минералов железа от минералов марганца применительно к железомарганцевым рудам не проводились, так как железомарганцевые руды относились к неперспективным рудам. К тому же при переработке железомарганцевых руд возникает ряд сложностей, связанных с многообразием железомарганцевых разновидностей (в Республике Казахстан известно свыше 100 рудопроявлений марганецсодержащих руд):

1) широкий интервал содержания марганца от 10 до 30 % и железа от 5 до 30 %, что обуславливает

необходимость индивидуального технологического подхода к каждой разновидности железомарганцевой руды;

2) сильные различия в минеральном составе руд (пирролюзит, родохрозит, якобит, гематит, гидрогематиты и др.) требуют индивидуального выбора температурного режима обжига к каждой разновидности железомарганцевой руды;

3) различия в текстурно-структурном строении (размер рудных и нерудных зерен, степень их срастания) сильно влияют на технологически необходимую степень измельчения железомарганцевой руды перед магнетизирующим обжигом и последующей магнитной сепарацией.

В ходе проведения теоретических и экспериментальных исследований нами получены следующие результаты:

- на основе данных, полученных при проведении термодинамически-диаграммного анализа, построена диаграмма фазового строения системы Fe-Mn-C-O, на базе которой определены оптимальные конечные фазовые области применительно к процессам обжигмагнитного разделения железо- и марганецсодержащих минералов. Установлено, что для температуры ниже 550 °С оптимальной фазовой областью является усеченная пирамида $Fe_3O_4-Mn_3O_4-E^3-Fe-C-MnO$ (рис. 1). Для температур выше 550 °С оптимальной областью представляется $MnO-Fe-C-E^1_{(750,950,1150)}$ соответствующая металлизирующему обжигу и $Fe_3O_4-MnO-Mn_3O_4-E^2-E^3$ – магнетизирующему обжигу (рис. 2);

- апробировано и отработано несколько различных методик (дифференциальные и интегральные) обработки дериватограмм (по кривым ДТА и ТГ) с получением кинетических параметров на примере фазовых превращений, протекающих в железомарганцевых рудах и их смесях с шубаркольским углем, что позволяет использовать их в дальнейшем для подобных обжиговых процессов в других отраслях черной и цветной металлургии (рисунок 3);

- методами неизотермической кинетики получены данные об энергии активации и кинетических порядках процессов, протекающих при обжиге железомар-

ганцевых руд в смеси с углем, и установлено, что восстановительные процессы протекают с высокой скоростью в области температур: 500-600 °С с образованием магнетита и при 800-1000 °С металлического железа (рисунок 4);

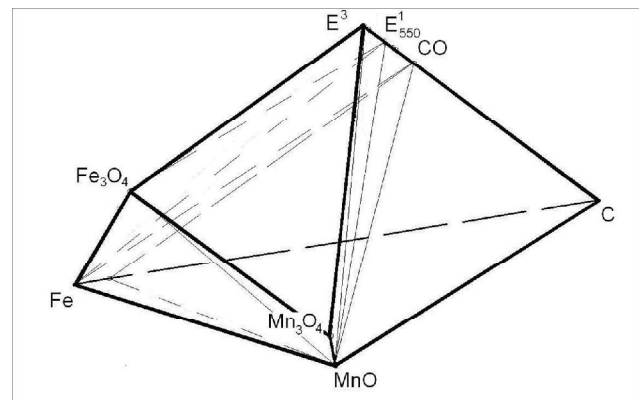


Рисунок 1 – Оптимальная фазовая область $Fe_3O_4-Mn_3O_4-E^3-Fe-C-MnO$ для обжигмагнитной переработки железомарганцевых руд при температуре 550 °С

- созданы научные основы для разработки эффективных технологических решений переработки различных типов железомарганцевых руд с применением в каждом случае индивидуального подхода с учетом их минералогического и химического составов;

- создана пилотная установка камерной обжиговой печи;

- проведены исследования в крупнолабораторном масштабе по отработке полной технологической схемы от обжигмагнитного обогащения железомарганцевых руд, окускования полученных обжигмагнитных марганцевых концентратов методами агломерации и брикетирования до выплавки ферросиликомарганца и высокоуглеродистого ферромарганца на рудно-термической печи с мощностью трансформатора 200 кВА.

В настоящее время Химико-металлургическим институтом начата реализация коммерческих проектов совместно с частными компаниями по реализации разработанной технологии в промышленных масштабах.

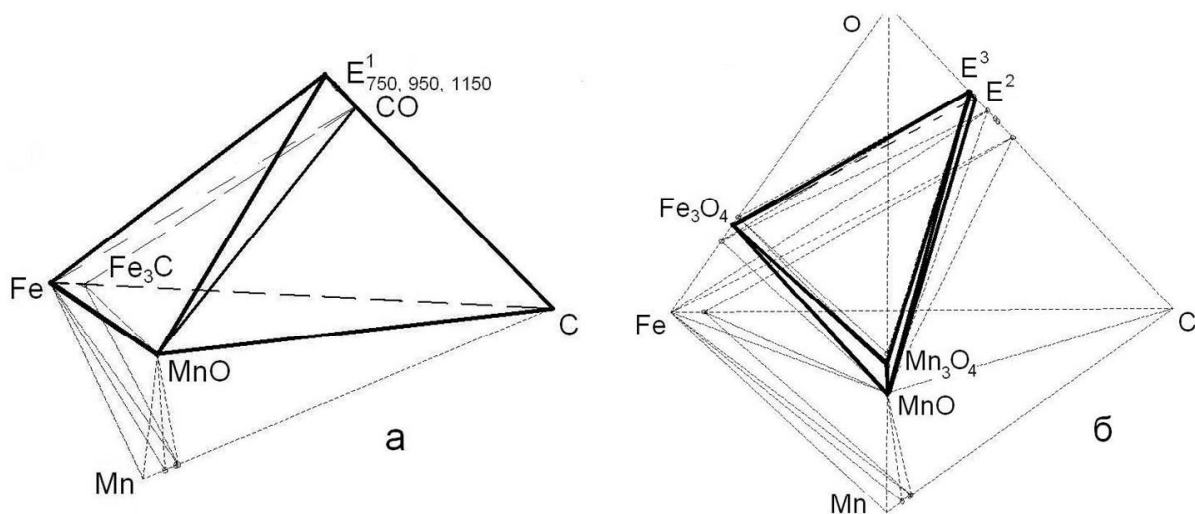
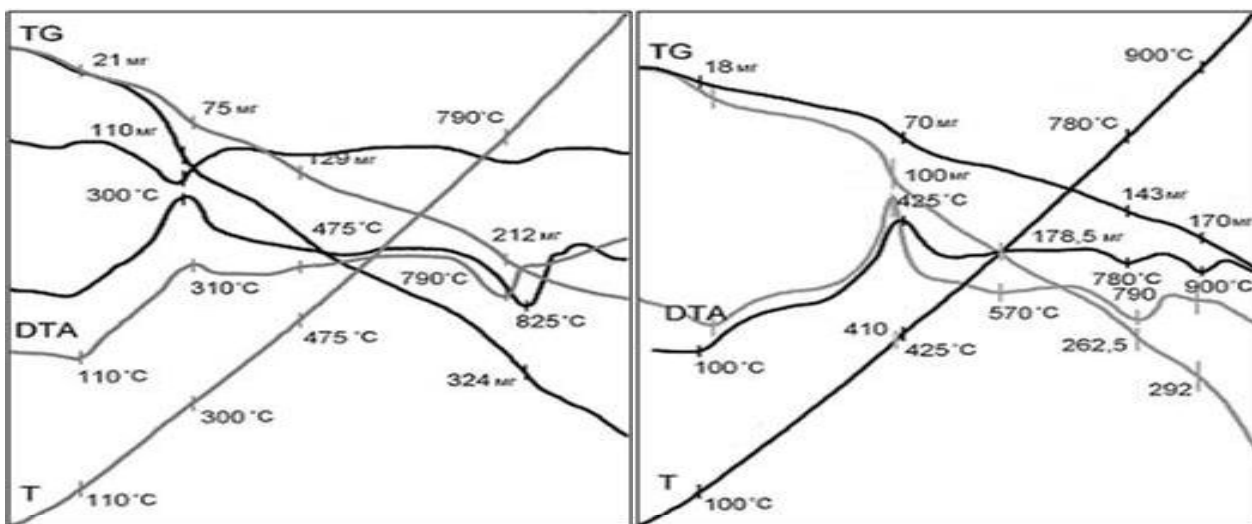


Рисунок 2 – Низкокислородная область $MnO-Fe-C-E^1_{(750,950,1150)}$ (а) и высококислородная область $Fe_3O_4-MnO-Mn_3O_4-E^2-E^3$ (б) при температурах выше 550 °С



————— Расход № 1 – 8,94 % шубаркольского угля от массы концентрата и руды;
 ————— Расход № 2 – 23,05 % шубаркольского угля от массы концентрата и руды

Рисунок 3 – Дериватограммы железомарганцевого концентрата (а) и руды (б) месторождения Жомарт в смеси с шубаркольским углем в атмосфере аргона



Рисунок 4 – Скорость потерь массы при непрерывном нагреве с заданной скоростью (10 °С/мин) в атмосфере аргона

УДК 621.771.23

**В.И. ИЛЬКОВ,
М.М. СИТКИН**

Исследование характера и причин выхода из строя подшипников качения рабочих валков клетей чистовой группы НШС-1700

Непрерывный широкополосовой стан 1700 горячей прокатки (далее НШС-1700) листопрокатного цеха № 1 (далее ЛПЦ-1) АО «АрселорМиттал Темиртау» предназначен для производства горячекатаных полос толщиной 1,2÷16,0 мм и шириной 700÷1550 мм, смотанных в рулоны массой до 23 т (Технологическая инструкция ТИ-Л-33-70.– Темиртау: КарМетК, 1970).

В состав чистовой группы входят аналогичные по конструкции четырехвалковые клетки № 6-12. Опоры каждого рабочего валка (рисунок 1) состоят из двух подушек с установленным в каждой из них четырехрядным коническим роликоподшипником № 77888. Смазывание подшипника в опоре осуществляется пластичной смазкой закладным способом. Опора со