

АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ
Институт черной металлургии им. З.И.Некрасова

На правах рукописи

АБУБАКЕР ФАРАГ СРАТ

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СВОЙСТВ И ПОДГОТОВКА К ПЛАВКЕ
ВЫСКОФОСФОРИСТОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ ЛИВИИ

05.16.02 – "Металлургия черных металлов"

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

г. Днепропетровск – 1994 год

69.1/8

ЛНБ ім. В. Стефаніка



00330649 (P)

Робота виконана в Криворізькому науковому центрі
Знамени горнорудного інституте (КІРИ).

Научний керівитель - доктор технічних наук, професор
академик Академії горних наук України
ГУБИН Г.В.

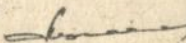
Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор
Д.А.КОВАЛЕВ;
кандидат технічних наук
Н.М.МОЖАРЕНКО

Ведуче підприємство - інститут "Механобрчермет".

Захита состоится "24" феврала 1994 г. в 14⁰⁰ час.
на засіданні спеціалізованого совета К І4І.02.0І в Інституте
чорної металургії по адресу 320050, г.Дніпропетровск, пл.Старо-
дубова, І.

С дисертацією можна ознакомитися в бібліотеці Інститута
чорної металургії.

Автореферат розослан "12" января 1994 г.

Учений секретарь
спеціалізованого совета,
кандидат технічних наук  В.В.Левченко

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Место Ливии в мировой добывающей промышленности определяется исключительно нефтегазовой отраслью. Другие виды полезных ископаемых, имеющихся в стране, за исключением минерального сырья используемого в строительстве, практически не добываются. В тоже время в Ливии имеются месторождения калийных и магниевых солей, соды, фосфоритов, гипса, известняков, глины и угля, а также крупные залежи железных руд. Однако построенный в Ливии металлургический комбинат использует для своей работы импортное железорудное сырье из Бразилии. Это, в частности, объясняется и тем, что местные железные руды изучены недостаточно и отсутствует необходимая информация о вещественном составе, технологических и металлургических свойствах этих руд и не разработаны достаточно надежные рекомендации об их возможном использовании. Очевидно, что получение такой информации крайне актуальная задача для развития горнометаллургической отрасли промышленности Ливии и укрепления ее экономической и политической независимости.

Цель работы. Целью работы является комплексное изучение свойств железной руды в районе Вади-Эль-Шати для разработки технологии ее переработки.

Научная новизна. Впервые детально исследован вещественный состав, обогатимость и металлургические свойства крупнейшего в Ливии месторождения железных руд. Рассмотрены физико-химические предпосылки дефосфорации железной руды гидрометаллургическими методами. Дана качественная оценка разупрочнения ливийской железной руды и агломерата из нее в холодном состоянии и при восстановительно-тепловой обработке. Установлены особенности кинетики восстановления ливийской руды и агломерата. Разработаны основы технологии использования руды месторождения Вади-Эль-Шати в металлургических процессах.

Основные научные положения, вынесенные на защиту

1. Особенности вещественного состава и технологические свойства ливийской железной руды месторождения Вади-Эль-Шати.
2. Поведение фосфора при механическом обогащении, гидрометаллургии и агломерации ливийской железной руды

3. Основы технологии переработки железной руды месторождения Вади-Эль-Шати к металлургическому переделу

Обоснование и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается применением таких современных методов исследований, как термографического, дифференциально-термического, рентгено-структурного, химического, петрографического, микрорентгеноспектрального анализов, математической статистики и предостаточным объемом экспериментальных работ.

Практическая ценность работы заключается в том, что впервые проведены комплексные исследования железной руды Ливии и намечены пути ее использования.

Апробация работы. Основные положения диссертации полагались на научно-технических конференциях Криворожского горнорудного и Донецкого политехнического институтов.

Публикации. По теме диссертационной работы депонировано три статьи.

Объем работы. Диссертация состоит из восьми глав, содержащих **190** страниц машинописного текста, **38** таблиц, **50** рисунков и список литературы из **78** наименований.

Реализация работы. Основные выводы и рекомендации диссертации переданы Ливийской сталеплавильной компании для разработки проекта использования железных руд района Вади-Эль-Шати.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе рассматривается подготовка и использование высокофосфористых железных руд. Проведенный в этой главе анализ показывает, что Ливийская руда района Вади-Эль-Шати по вещественному составу наиболее сопоставима с лисаковскими и керченскими железными рудами, которые требуют сложных методов подготовки их к плавке и разработки специальных приемов передела в чугун и сталь.

Повышенная массовая доля железа в Ливийской железной руде является значительным преимуществом по сравнению с аналогичными бедными высокофосфористыми рудами в неблагоприятном для доменного процесса кремниевым модулем. И поэтому, разработка технологии обогащения должна преследовать не столько повышение массовой доли

железа, сколько возможность удаленная глинозема и фосфора из нее. Учитывая, как это следует из литературного обзора, трудности на этом пути, следовало изучать металлургический штейн руды и исследовать возможность получения из нее агломерата пригодного для производства чугуна.

Во второй главе приведены данные о химическом, минералогическом составе и температурно-структурном строении руды. Руды обладают слоистой, реже сланцеватой и массивной текстурой. Структура руд солидовая, преобладающий размер ослитов составляет 0,2-1,0 мм. Ослиты сложены преимущественно рудными минералами, цемент-нерудный с незначительной примесью рудного материала. Внутреннее строение ослитов концентрически зональное, обусловленное чередованием существенно магнетитовых зон и зон, сложенных нерудными минералами с незначительной примесью рудного материала. Ядра ослитов обычно нерудного состава, реже отмечаются ядра, сложенные магнетитом. Мощность отдельных зон ослитов составляет в основном 0,005-0,02 мм, что относит руды района Вади-Эль-Шати к рудам с тесным прорастанием рудных и нерудных минералов.

Цемент по своему составу может быть отнесен к контактовому, реже базальтовому. Размер рудной вкрапленности в цементе составляет 0,002-0,020 мм.

Пористость руды не превышает 15-17% иногда достигает 25%, 40-45% пор располагается в центральных зонах ослитов, около 5% пор - в периферийных частях ослитов и 50-55% содержится в цементе. Минеральный состав пробы руды представлен в табл. I.

Магнетит составляет центральные или периферийные зоны ослитов, а также присутствует в цементе в виде тонкой вкрапленности. Размер индивидов магнетита колеблется, главным образом, в пределах от 0,002 до 0,05 мм, реже до 0,08 мм. Форма зерен обычно неправильная.

Гематит присутствует преимущественно в виде маршита, в морфологическом отношении аналогичен магнетиту.

Гетит образует мельчайшую вкрапленность в цементе.

Силикаты представлены, в основном, хлоритами ряда шамозита-турингита, они образуют цемент, центральные и реже периферийные зоны ослитов. Силикаты находятся в тесном взаимном прорастании друг с другом и с рудными минералами. Размер зерен силикатов составляет 0,002-0,02 мм.

Таблица I

Минералогический состав руды и распределение
железа по минералам

Солежелезные минералы (М) и железа (Fe), %											Сумма	
Магнетит		Гематит		Карбонаты		Силкаты		Гетит		апатит		алюмо-фосфат
М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	Fe	М	Fe			Σ
43,5	31,5	24,9	17,43	5,5	1,94	12,0	1,9	9,9	6,23	2,3	1,9	100,0

Карбонаты представлены, главным образом, сидеритом, размер зерен колеблется от 0,002 до 0,01 мм.

Фосфорит образует отдельные зоны в оолитах, реже образует самостоятельные оолиты. Распределен в руде равномерно, эффективный размер включений фосфорита составляет 0,002–0,015 мм.

Апатит присутствует в виде тонкозернистых агрегатов мелких кристаллов гексагонально-призматического и гексагонально-дипирамидального габитуса. Размер зерен апатита колеблется от 0,01 до 0,05 мм. Апатит образует тесные орастания с рудными минералами.

Химический состав пробы руды представлен в табл. 2. Наличие силикатов в руде обуславливает присутствие в ней SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 ; MnO и K_2O , Na_2O . С примесью карбонатов близких к сидериту состава связана повышенная массовая доля CO_2 и частично FeO . Наличием фосфорита и апатита объясняется значительное содержание CaO и P_2O_5 .

Содержание элементов примесей, как показали результаты спектрального анализа руды, весьма незначительно. Несколько повышено содержание мышьяка и составляет 0,01–0,03%.

В третьей главе рассматривается возможность снижения массовой доли фосфора, повышения массовой доли железа и улучшения кремниевого модуля механическими методами обогащения. В качестве механических методов использовались гравитация, магнитная сепарация, флотация и комбинация этих методов. Для оценки потенциальной возможности повышения качества руды был проведен гравитационный анализ. Последний показал, что исследуемая руда является очень труднообогатимой, так как даже в крупности – 0,020+0 мм не достигается необходимого раскрытия минералов. В целом механические методы обогащения руды не позволили получить желаемых результатов, из-за тонкой вкрапленности железа и фосфорсодержащих минералов.

В четвертой главе рассмотрены физико-химические предпосылки выщелачивания дисперсных веществ в гидрометаллургических процессах, разработана методика дефосфорации железной руды и приведены результаты экспериментальных данных. Показано, что

Таблица 2

Лимачевский состав железной руды

Компоненты	Fe	Si O ₂	Ti O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MdO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O·P ₂ O ₅	CO ₂	H ₂ O	Сумма	
Содержание, %	59,2	3,50	0,24	4,10	66,30	16,50	0,38	0,80	1,40	0,05	0,16	1,45	2,62	2,23	99,73

В том числе в состав магнетита входят: FeO - 14,00%; Fe₂O₃ - 32,00%

в термодинамическом отношении протекания реакций обесфосфоривания при выщелачивании железных руд не вызывает сомнения.

Исследования по гидрометаллургическому обесфосфориванию проводили содовым способом и автоклавным выщелачиванием.

Для проведения дефосфорации концентратов и руды при повышенных температурах и давлении была спроектирована и изготовлена автоклавная установка. Исследования проводились с использованием капсул-автоклавов объемом 75 мл. Герметические закрытые капсулы с исследуемой средой на специальной вращающейся раме помещались в термостат, где создавалась заданная температура.

При концентрации щелочи 300 г/л и времени выщелачивания 3 часа с повышением температуры от 17 до 225°C степень обесфосфоривания возрастает и достигает 50,3%. Однако остаточная массовая доля фосфора в выщелочном концентрате остается высокой - 0,3-0,4%. Влияние температуры выщелачивания руд и концентратов на степень дефосфорации при их различной крупности показано на рис. 1 и 2.

Исследования процесса дефосфорации железной руды при спекании с содой проводились аналогично дефосфорации марганцевых концентратов по методу Гасика-Кучера. Сущность последнего вытекает из гипотезы о природе фосфора в окисных марганцевых рудах: определенная часть фосфора, которая не выщелачивается минеральными кислотами, приурочена к дегидратированной форме коллоидного кремнезема. На основании такой природы фосфора предложена следующая технология удаления фосфора. Измельченный концентрат, смешивают с кальцинированной содой обжигают при температуре 850-920°C. Полученный спек выщелачивают водой при 90-95°C, образовавшиеся в процессе спекания фосфаты и силикаты натрия переходят в раствор, а оксиды железа и марганца остаются в осадке.

Технологическими параметрами, оказывающими определяющее влияние на процесс обесфосфоривания руд являются: расход соды, температура спекания и выщелачивания, продолжительность выщелачивания, отношение твердого к жидкому при выщелачивании.

В качестве исходного материала при исследованиях использовалась исходная железная руда с массовой долей железа 59,9%

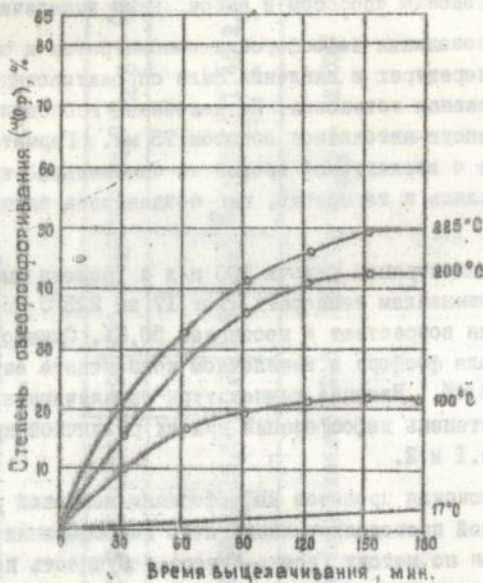


Рис. 1. Кинетика дефосфорации магнетитовых руд и концентратов при различных температурах выщелачивания.

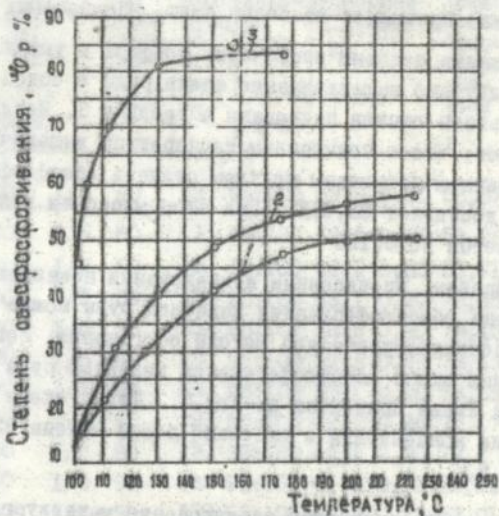


Рис. 2. Влияние температуры выщелачивания на степень оверфосфоризации магнетитовых руд и концентратов при различной крупности материалов.

1. Измельчение до 70% класса - 0.074 мм;
 2. Измельчение до 70% класса - 0.040 мм;
 3. Измельчение до 70% класса - 0.044 мм;
- с добавкой соды.

и фосфора 0,69%. В качестве дефосфоратора использовался карбонат натрия. Количественная оценка расхода соды и его влияние на технологические показатели производили посредством натриевого модуля представляющего собой отношение массовой доли оксидов натрия и кремния в шихте. Как показали исследования выщелачивание спеков руды с содой при изменении натриевого модуля от 0,5 до 1,5 не привело к сколько-нибудь значительному извлечению фосфора. Это объясняется тем, что массовая доля глинозема в руде превышает массовую долю кремнезема.

Для повышения степени извлечения фосфора и уменьшения расхода соды изучено выщелачивание спека руды с содой в автоклаве. Результаты опытов приведены в таблице 3. Исследования свидетельствуют, что с повышением температуры выщелачивания спека с различным натриевым модулем степень обесфосфоривания возрастает и достигает 83,01%. При этом массовая доля фосфора в спеке снижается до 0,12%

Таким образом, проведенные исследования показали, что высокую степень обесфосфоривания железной руды можно достичь применяя гидрметаллургические методы обогащения. Рекомендуемая технологическая схема обесфосфоривания железной руды района Вали-Эль-Шати Ливии приведена на рис.3. Такая схема обеспечивает получение концентрата с массовой долей железа 62,8% и фосфора 0,12%.

В главе пятой приведены исследования металлургических свойств железной руды и агломерата. Эти исследования вызваны результатами изучения вещественного состава руды и обогатимости механическими методами, которые привели к илее использования кусковой фракции непосредственно в доменном пропусе, а ее мелочи в агломерационном.

Анализ вещественного состава свидетельствует о крайне неблагоприятном кремниевом модуле руды. Ее введение в доменную печь затруднит процесс шлакообразования, увеличит вязкость шлака и потребует корректировки его состава посредством ввода в шихту некоторого количества кварцитов или других добавок.

Металлургические свойства железорудных материалов оценивались по показателям восстановимости, температуры и температурного интервала размягчения, прочности после восстановительно-тепловой обработки.

Таблица 3

Результаты исследований спекания с содой
с последующим выщелачиванием

Круп- ность мате- риала	Отно- ше- ние	Кон- цен- тра- ция г/л	Т:Ж	Вре- мя вы- ле- чи- ва- ния, мин.	Тем- пе- ра- ту- ра вы- ще- лач. °C	Темпе- рату- ра воды °C	Содержание компонен- тов		Сте- пень обес- фори- ван- ия	Крем- ниев- ый мо- дуль	Сте- пень обес- крем- нива- ния
							Fe	P			
	$\frac{Na_2O}{SiO_2}$	Молн									SiO_2
Исход- ная руда 0,044+ 0мм	0,5	300	1/5	60	130	95:100	62,9	0,31	58,87	0,54	21,97
	0,5	300	1/5	60	130	95:100	63,5	0,31	59,28	0,55	19,19
	0,75	300	1/5	60	130	95:100	63,1	0,35	53,71	0,56	22,21
	0,75	300	1/5	60	130	95:100	63,1	0,20	73,55	0,56	18,32
	1,25	300	1/5	60	130	95:100	62,8	0,20	73,42	0,57	17,22
	1,25	300	1/5	60	130	95:100	62,8	0,20	73,42	0,58	18,65
Исход- ная руда 0,074мм	1,5	300	1/5	60	130	95:100	63,1	0,20	73,55	0,56	18,32
	1,5	300	1/5	60	130	95:100	62,2	0,20	73,17	0,56	17,60
	1,0	300	1/5	90	130	95:100	62,1	0,20	72,1	0,60	25,18
	1,0	300	1/5	90	130	95:100	61,2	0,12	83,01	0,62	22,69
	1,0	300	1/5	90	130	95:100	61,2	0,12	83,01	0,62	23,66
	1,0	300	1/5	90	130	95:100	61,2	0,12	83,01	0,63	23,34
	1,25	300	1/5	90	130	95:100	62,5	0,2	72,38	0,65	25,24
	1,25	300	1/5	90	130	95:100	61,2	0,12	83,01	0,67	23,02
	1,25	300	1/5	90	130	95:100	62,8	0,12	83,45	0,62	24,66
	1,25	300	1/5	90	130	95:100	61,2	0,20	71,7	0,62	22,38

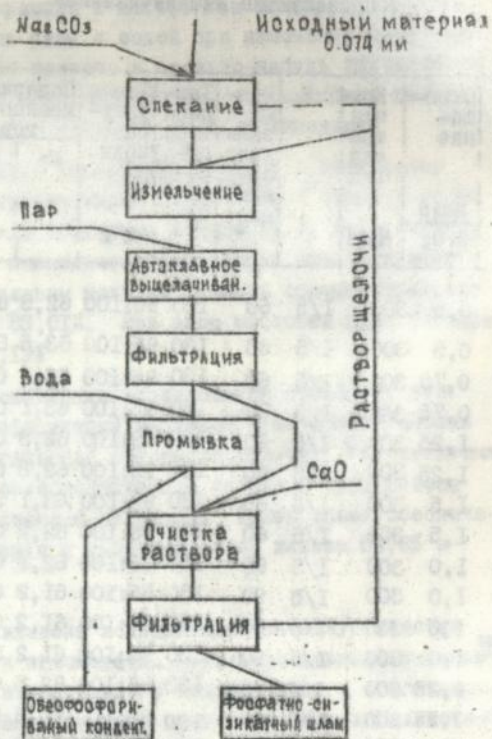


Рис. 5. Рекомендуемая технологическая схема оверфосфорирования железной руды Вади-Эль-Шати.

Исследования железной руды района Вади-Эль-Шати показали, что обладая относительно низкой по сравнению с другими типами руд восстановимостью и достаточно высокой механической прочностью, в частично восстановленном состоянии она может в сыром виде вводиться в доменную печь. Агломераты, произведенные из этой же руды, имеют достаточно высокую восстановимость и могут с достаточной скоростью до глубоких степеней восстанавливаться в доменной печи.

Известно, что при восстановлении железорудные материалы частично теряют свою прочность. Однако прочность железорудных материалов, определяется по обычным методикам, не достаточно показательна. Поэтому проводится комплексное изучение восстановимости и прочности при термохимической обработке руды.

В ряде случаев разупрочнение при восстановлении протекает столь интенсивно, что практически исключает использование того или иного материала в шахте доменных печей. Как правило, наибольшему разупрочнению при восстановлении подвержены руды и окатыши, и в меньшей мере, хорошо спеченный агломерат. Полученная в диссертации зависимость не совсем укладывается в подобную классическую схему. Как видно из данных, приведенных на рис. 4, руды района Вади-Эль-Шати имеют достаточно высокую термохимическую прочность: после испытания в барабане типа "Линдер" выход кондиционного класса + 5 мм превышает 70%, при относительно низкой (4-5%) истираемости. Подробное поведение руды объясняется, во-первых, ее сравнительно высокой плотностью, а, во-вторых, при относительно низкой восстановимости процесс развивается фронтально, что приводит к раннему появлению оболочки металлического железа на периферии кусков.

Исследование термохимической прочности агломерата показало, что она увеличивается при повышении расхода топлива на агломерацию с 4,35 до 6,2%. При этом выход тонкого возрастает с 42,5 до 63%, а истираемость уменьшается с 14,01 до 4,5%. Качество агломерата из ливийской руды не уступает, а превосходит качество агломерата НКГОКа по этим показателям. При прочих равных условиях добавка кварцита, корректирующая

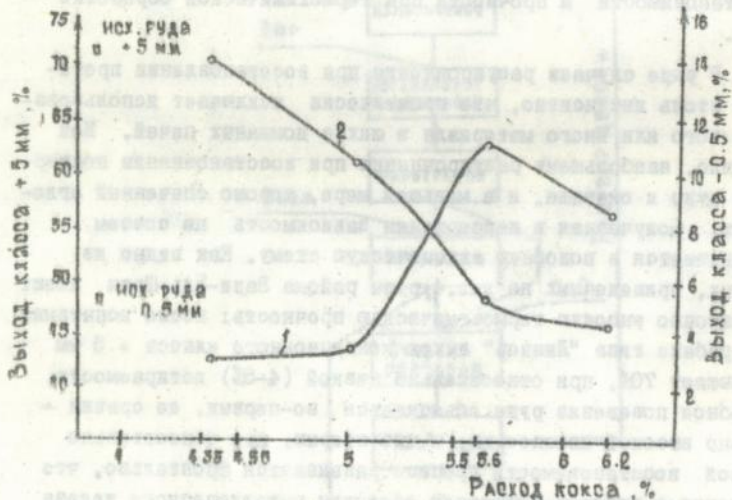


Рис. 4. Зависимость термохимической прочности частично восстановленных образцов от расхода кокса.

1 кл + 5 мм

2 кл - 0.5 мм.

кремниевый модуль шахты повышает свойства ливийского агломерата.

Изучение размягчаемости по стандартной методике показало, что железная руда по сравнению с агломератом имеет более низкую температуру начала размягчения: 1000-1020°C для руды и 1120-1160°C для агломерата. Поэтому при одинаковом значении температуры конца размягчения 1340°C у руды температурный интервал размягчения составляет 300-340°C, у агломерата 160-200°C.

Это должно несколько ухудшить газодинамические условия протекания поменного процесса при использовании сырой руды.

Таким образом металлургические свойства железной руды и агломерата указывают на возможность их переработки в доменной печи. Доказано, что с точки зрения термохимической прочности более предпочтительным является использование в доменной печи сырой руды, а с точки зрения восстановимости и размягчаемости преимущество следует отдать использованию агломерата.

В шестой главе приведены данные по спеканию агломерата из ливийской руды. С целью исследования влияния расхода топлива на показатели аглопроцесса и качество готового агломерата содержание топлива в шихте варьировалось в пределах 4,35-6,2%.

При увеличении расхода топлива вертикальная скорость спекания снижается почти в два раза: с 32,6 мм/мин. при 4,3% коксика до 18,9 мм/мин при расходе 6,2%. Показано, что с увеличением расхода топлива с 4,35% до 5,6% растет качество агломерата: выход класса +10 мм увеличивается с 46,6 до 64,7%. Дальнейшее увеличение топлива до 6,2% сопровождается снижением выхода годного агломерата примерно на 16%.

Показательно, что при расходе топлива 6,2% наименьшей вертикальной скорости спекания соответствует и самое низкое качество агломерата, а при увеличении расхода топлива с 4,3 до 5,6% уменьшение вертикальной скорости спекания на 6 мм/мин компенсируется повышением качества готового агломерата на 18%, вследствие чего удельная производительность аглоустановки возрастает от 1,19 т/м² час, т.е. на 4%. Добавка кварцита для корректировки кремниевого модуля, ухудшает прочность спека в холодном состоянии, так при расходе топлива 5,0% и добавки

кварцита выхол годного агломерата составляет 55%, а с добавкой кварцита 51,5%. Агломерат, полученный с добавкой кварцита, по сравнению с обычным агломератом менее однороден по составу и структуре, более окислен, имеет преимущественно оливковый состав силикатной связки, отличающейся большей степенью раскристаллизации и отличается наличием ферритной связки в отдельных блоках.

Вопрос корректировки кремниевого модуля через аглопроцесс или непосредственно вводом добавок в доменную шихту является важным и требует постановки специального исследования.

В главе седьмой приведены исследования хлорирующего обжига в процессе агломерации для удаления фосфора. Результаты исследований свидетельствуют, что при выбранных условиях спекания получается прочный агломерат, однако не удается снизить содержание фосфора в нем. Это объясняется тем, что при получении обжаренного агломерата наличие извести в зоне спекания в количествах, значительно превосходящих количество фосфора, приводило к поглощению выделявшегося хлора оксидом кальция.

В главе восьмой обосновывается рекомендуемая схема подготовки руды района Веди-Эль-Шати к плавке. Учитывая, что единственным путем снижения фосфора в руде является гидрометаллургия, требующая значительных расходов соды и щелочи, а также потребности Ливии в металле, проведя комплексное изучение руды диссертант предлагает упростить схему ее подготовки к плавке, а дефосфорацию производить в сталеплавильных агрегатах. Рекомендуемая технологическая схема приведена на рис. 5.

В том случае, если окажется более целесообразным в доменной плавке использовать шихту, состоящую из 100% агломерата, то вся руда будет дробиться до крупности 8-0 мм.

В случае же осуществления строительства в Ливии магнитообогатительной фабрики с получением концентратов с малым выходом, но высокой массовой долей железа, из них целесообразно будет производить скатки для переработки их на заводе прямого получения железа в Мусарате вместо импортных из Бразилии.

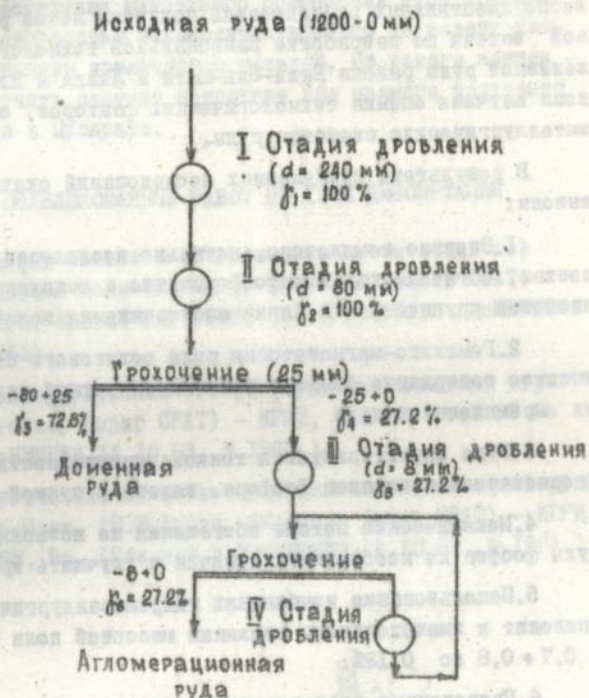


Рис. 5. Рекомендуемая технологическая схема подготовки руды к плавке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе в результате теоретических и экспериментальных исследований получено новое решение актуальной задачи по разработке рациональной технологии подготовки железной руды района Вади-Эль-Шати в Ливии к плавке и произведена научная оценка технологических факторов, определяющих металлургические свойства руды.

В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Впервые комплексно, детально исследован естественный состав, обогатимость, обесфосфоривание и металлургические свойства крупнейшего в Ливии месторождения железных руд
2. Гематито-магнетитовая руда оолитового строения имеет высокое содержание фосфора в неблагоприятный для доменной плавки кремниевый модуль
3. Руда характеризуется тонкой вкрапленностью и взаимным прорастанием минералов фосфора, железа и пустой породы
4. Механические методы обогащения не позволяют удалить из руды фосфор до необходимых величин и улучшить кремниевый модуль
5. Использование комбинации гидрометаллургических методов приводит к значительному снижению массовой доли фосфора в руде с 0,7 + 0,8 до 0,12%.
6. Проведенные исследования дали возможность разработать технологию обесфосфоривания Ливийской железной руды района Вади-Эль-Шати с получением концентрата с массовой долей железа 62,8% и фосфора 0,12%.
7. Полученный из руды агломерат имеет удовлетворительную механическую прочность. Хлорирующий обжиг руды в процессе агломерации не позволил снизить массовую долю фосфора
8. Исследование металлургических свойств руды и агломерата указывает на принципиальную возможность использования их в качестве железорудной части шихты в доменной плавке

9. Удаление фосфора следует производить на стадии передела чугуна в сталь или использовать гидрометаллургические методы

10. Рекомендованная схема подготовки руды к плавке, включающая ее дробление, грохочение и агломерацию

11. Корректировку крамниевго модуля необходимо производить при агломерации руды и в процессе доменной плавки

12. При осуществлении магнитного обогащения руды возможно организовать производство высококачественного по железу концентрата, но с низким извлечением металла. Из такого концентрата можно получить окатыши пригодные для прямого получения железа на заводе в Мусарате.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Вещественный состав и обогатимость пробы ливийской железной руды района Вади-Эль-Шати. (Абубакер Фарат СРАТ, Е.Г. Губин) - КТРИ, Кривой Рог, 1993, 6с. (Рук. деп. в УкрНИИТИ. 14.10.93, № 1962).

2. Гидрометаллургическое обезфосфоривание железной руды. (Г.Г. Губин, Абубакер Фарат СРАТ) - КТРИ, Кривой Рог, 1993, 8с. (Рук. деп. в УкрНИИТИ 14.10.93, № 1963)

3. Металлургические свойства пробы ливийской железной руды района Вади-Эль-Шати. (Г.В. Губин, Абубакер Фарат СРАТ) - КТРИ, Кривой Рог, 1993, 6с. (Рук. деп. в УкрНИИТИ 14.10.93, № 1961).

Ученый секретарь Института
Л. П. Брусиловский

1. Институт биологии
Л. П. Брусиловский

Институт биологии
Л. П. Брусиловский

Институт биологии
Л. П. Брусиловский

Институт биологии
Л. П. Брусиловский

Институт биологии
Л. П. Брусиловский

Институт биологии
Л. П. Брусиловский

Институт биологии
Л. П. Брусиловский

Институт биологии
Л. П. Брусиловский

AB 29.147

AB 29.147