

## Обоснование экономической целесообразности производства металлургического сырья на базе железорудных месторождений Республики Беларусь

Студент гр. 104134 Кузина М.А.

Научный руководитель – Румянцева Г.А.

Белорусский государственный университет  
г. Минск

Целью настоящей работы является анализ способов производства металлургического сырья на базе железорудных месторождений Республики Беларусь и оценки экономической целесообразности производства.

Разработка железорудных месторождений с невысоким содержанием железа привела к появлению нового способа окатывания руд – производству окатышей. Железорудные окатыши представляют собой сырье для сталеплавильных агрегатов и доменных печей. Они также используются в процессе получения железа, их можно подвергать металлзации, т.е. частичному восстановлению. Тенденция к дальнейшему увеличению производства окатышей в черной металлургии связана со все большим использованием бедных руд и глубокой степенью их обогащения с получением тонкоизмельченных концентратов.

В Беларуси к наиболее крупным месторождениям железных руд относятся - Околовское и Новоселковское.

Новоселковское месторождение расположено в Кореличском районе Гродненской области в 2 км юго-западнее д. Новоселки. Дорифейский кристаллический фундамент залегает здесь на глубине 148 - 176 м. Среднее содержание общего железа на месторождении 31 % (при бортовом 20 %), а диоксида титана - 5,41 % в сплошных рудах и 3,02 % во вкрапленных. Концентрация ванадия в рудах составляет 0,028 - 0,066 %, серы - до 1,3 %, фосфора - до 0,06 %. Магнетит в количестве до 35-60 % присутствует в виде агрегатов зерен размером от 0,05-0,1 до 3-5 мм. Ильменит составляет 15-30 % общей массы рудных минералов.

Околовское месторождение расположено в Столбцовском районе Минской области, в окрестностях д. Околово и д. Шашки, в 30 км севернее Столбцов. Рудные тела, сложенные магнетитовыми и силикатно-магнетитовыми кварцитами, выходят на поверхность кристаллического фундамента, залегающего на глубинах 220 - 360 м. Руды месторождения содержат: кварц (35-70 %), магнетит (10-50 %), амфибол (5 - 25 %), незначительные количества хлорита, кальцита, граната, пироксена, апатита, биотита, пирита, халькопирита, ильменита, шпинели. Среднее содержание общего железа по месторождению 23,91 %, фосфора - до 0,34 %, серы - до 0,11 %. Содержание петрохимических компонентов в рудах достигает следующих усредненных значений: диоксида кремния - 44,35%, диоксида титана - 0,29 %, триоксида алюминия - 3 %, оксида железа - 16,6 %, триоксида железа - 25,4 %, оксида кальция - 4,64 %, оксида магния - 2,8 %, оксида марганца - 0,15 %, оксида натрия - 0,47 %, оксида калия - 0,11 %, пентаоксида фосфора - 0,86 %, следы триоксида серы.

Идея создания горно-металлургической отрасли в республике не является новой. В начале 70-х годов прошлого столетия после открытия Околовского месторождения в Белорусском политехническом институте на кафедре «Литейное производство черных и цветных металлов» проводились работы по изучению возможности создания собственной горно-металлургической отрасли в республике. Позже, вопросом возможности переработки и дальнейшего использования белорусских железных руд занимались сотрудники кафедры «Металлургические технологии»

Получение магнетитового концентрата для производства металлургических окатышей осуществлялось по схеме с измельчением исходной руды по крупности 90% класса 0,074-0 мм с последующей электромагнитной сепарацией. Химический анализ и минералогический состав полученного концентрата приведены в табл. 1, 2.

Согласно данным табл. 1, в концентрате содержится 66,3% железа, 0,75% двуоксида титана, 2,7% кремнезема и 0,9% серы. Концентрат представлен в основном магнетитом (89%). Значительный процент (0,7%) составляют сульфиды; 8,8% силикатов в большинстве своем нерудные минералы. Полученный концентрат подвергался дальнейшим подготовительным операциям перед плавкой.

Таблица 1 – Химический состав магнетитового концентрата и бентонита

Шихтовой материал	Содержание компонентов														
	Fe <sub>общ</sub>	Feo	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	S	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	прочие
Белорусский концентрат	66,3	30,4	61,0	2,70	2,10	0,081	0,38	0,12	0,39	0,75	0,019	0,17	0,019	0,17	0,74

Таблица 2 – Минералогический состав магнетитового концентрата, %

Исходная руда	Магнетит	Ильменит	Сульфиды	Силикаты
Общее количество	89,0	1,5	0,7	8,8
Fe	64,5	0,6	0,3	0,9

Выбор технологии переработки железных руд металлургической отрасли является комплексной задачей, включающей экономические факторы (капитальные и эксплуатационные затраты, себестоимость продукции, условия производства) и технические аспекты (состав шихты, физические и металлургические свойства).

Наиболее изученными и промышленно освоенными процессами являются производство металлизированных окатышей по технологии Midrex и получение жидкого чугуна с использованием технологии Cogex.

Процесс Midrex получил наибольшее распространение и является наиболее освоенным в промышленном аспекте. Восстановление железа по этой технологии основано на извлечении химически связанного кислорода из оксидов железа восстановительным газом, который вырабатывается в реформере из смеси оборотного технологического и свежего природного газов (при температуре 800-850 °С). Традиционный процесс производства металлизированных окатышей проводится в шахтных печах с использованием восстановительного газа (30% CO, 70% H<sub>2</sub>), получаемого путем конвертирования природного газа.

Установка Cogex представляет собой практически доменную печь, разделенную на два агрегата. Предварительное твердофазное восстановление окискованного железосодержащего сырья осуществляется в шахтной печи (в течение 7-9 ч) отходящим газом из плавильной камеры. Степень металлизации составляет около 93%. Затем через герметичную загрузочную систему уголь и горячий продукт подаются сверху в плавильный реактор-газификатор, в котором происходит плавление губчатого железа и окончательное восстановление оксидов железа из шлака, в основном углем.

Результаты расчета себестоимости металла по различным технологиям с учетом удельных капитальных затрат на строительство установок, расходных норм для сырья и ресурсов, приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчетов ориентировочных капитальных затрат на строительство установок и себестоимости продукции

Процесс	Годовая мощность установки, тыс.т	Капитальные затраты на строительство установки, млн.долл.	Себестоимость товарной продукции, долл. США/т
COREX-3000	1400	368	75
MIDREX	1800	350	105-110

В результате проведенного анализа выявлено, что наиболее экономичным является производство непрерывнолитых слябов (в перспективе листопрокатной продукции) на базе получения жидкого чугуна по технологии Cogex.