

ЛЕКЦИЯ «Железные и марганцевые руды»

Железо является распространенным в природе элементом. Его содержание в земной коре составляет 4,2%. Больше содержится в ней только кислорода 49,7%, кремния 26% и алюминия 7,45%.

Однако представлено железо не в чистом виде, оно в большем или меньшем количестве содержится в разного вида горных породах.

Железные руды - природные минеральные образования, содержащие железо и его соединения в таком объеме, когда промышленное извлечение железа целесообразно.

Постоянное изменение экономических условий вследствие развития методов обогащения руд, снижение стоимости их перевозки изменяет представление о железной руде, так как нижний предел содержания в ней железа все время снижается.

Опыт показывает, что эксплуатация железорудного месторождения целесообразна и имеет устойчивую перспективу при запасах около 250-500 млн. тонн.

Мировые запасы железных руд

Мировые достоверные и вероятные запасы железных руд оцениваются по содержанию железа более чем в 150 млрд.тонн. Разработка железорудных месторождений осуществляется в 50-и странах мира. Однако, более 91% мировой добычи железной руды сконцентрировано в десяти странах.

Запасы в пересчёте на содержание железа:

- Россия — 18%
- Бразилия — 18%
- Австралия — 14%
- Украина — 11%
- Китай — 9%
- Индия — 5%
- США — 3%
- Прочие — 22%

Наиболее богатые залежи высококачественной железной руды располагаются в Бразилии, Австралии и Канаде. Их общая доля в мировых запасах руд оценивается более чем в 40%.

Основными странами-экспортерами является Австралия, Бразилия, Канада, Индия, Украина и Россия. Основные импортеры железорудной

продукции: Япония, Китай, западноевропейские страны (Германия, Франция, Англия, Италия), Южная Корея и США.

Сырьевая база каждого металлургического района имеет свои специфические особенности, которые в значительной мере определяют технологию всего цикла металлургического завода и его экономику.

Рассмотрим крупнейшие зарубежные месторождения железных руд.

Страны, обладающие существенными железорудными запасами являются в основном экспортёрами – это Австралия, Бразилия, Китай, которые в совокупности добывают более половины всей руды в мире (ежегодная добыча составляет около 1 млрд тонн руды). Достаточными запасами руд могут похвастаться США, Индия, Канада, Россия и Украина, Казахстан, Франция, Италия, Швеция, Венесуэла. При этом многие страны, имеющие свои запасы сырья, также являются его импортерами. Например, Китай, имеющий чрезвычайно развитую металлургическую отрасль, является крупным импортером, впрочем, как и США, и Великобритания, и ФРГ, и Япония, и Корея.

Важной тенденцией в развитии торговли железорудным сырьем в последние десятилетия стало повышение содержания железа в товарной продукции (60% и выше) и рост поставок в форме железорудных окатышей, содержащих 60-65% железа.

Россия является наиболее богатой железными рудами страной, а *Курская магнитная аномалия*, самым крупным железорудным районом мира. Магнитная аномалия этого района, имеющего ширину 50-100 км, длину 400-600 км. вызывается мощной толщей крутопадающих пластов кварцитов, представляющих практически неисчерпаемые запасы железа. Пласты руды находятся на глубине 35-580 м. Ученные запасы Курской магнитной аномалии превышают 40 млрд. т, а перспективные - до 200 млрд. т.

Кроме него в России имеется *Магнитогорское месторождение* магнетитовых руд, сыгравшее огромную роль в развитии Магнитогорского металлургического комбината, однако теперь оно истощено.

Однако на рынке экспорта-импорта Россия, обладающая почти 18% мировых запасов железорудного сырья, не играет особой роли, поскольку ориентирована больше на внутренний спрос.

Основной железорудной базой черной металлургии **США** является район озера Верхнего, который дает около 80 % добываемой в стране руды. В этом районе наибольшее количество руды добывается в округе Месаби, от которого получила название и руда. Руда месаби содержит 50-52 % Fe, 9-10 % SiO₂, 0,77 % Mn, 0,09 % P и около 11 % влаги. Запасы руды оцениваются в 1 млрд. т, кроме этого, в месторождении есть около 30 млрд. т кварцитов (местное название — такониты), из которых около 5 млрд. т являются магнетитовыми.

Последние добываются и обогащаются от 31 до 64 % Fe, затем подвергаются окускованию в агломерат или окатыши. Это и другие месторождения удовлетворяют потребности черной металлургии США лишь частично.

Характерной особенностью металлургической промышленности развитых капиталистических стран (США, Япония, Германии и др.) является импорт больших количеств железной руды и окатышей из крупных месторождений мира, расположенных обычно в развивающихся странах. Высокое качество этих руд, низкая стоимость их добычи и обогащения и незначительные транспортные расходы обеспечивают эффективность такой работы.

Канада обладает значительными запасами железных руд и имеет развитую железорудную промышленность — добычу, обогащение и окускование в виде агломерации и производства окатышей. Главные месторождения находятся в провинции Квебек, на острове Ньюфаундленд и др. Запасы основных месторождений Канады оцениваются в 5,5 млрд. т. Руды Квебека являются гематитами и магнетитами, содержат около 53 % Fe, имеют кремнеземистую пустую породу, не содержат серу, но содержат 0,03-1,1 % P. Получаемые концентрат и окатыши экспортируются в США, Англию и Германию.

Венесуэла обладает большими запасами качественных руд, которые оцениваются в 2,2 млрд. т. Руды гематитовые, с очень высоким содержанием железа (63-68 %), не содержат серу и фосфор. В год добывается около 20 млн. т руды, 80 % которой отправляется в США.

Бразилия имеет огромные запасы высококачественных железных руд. Запасы в штате Минас-Жераис (месторождения Итабири, Итабирита) оцениваются в 16 млрд. т и содержат 50-60 % Fe. Кусковая руда содержит 66-69 % Fe и 0,1-1,5 % SiO₂, 0,5-1 % Al₂O₃.

В **Австралии** разведаны месторождения с запасом около 16 млрд. т гематитовых и частично лимонитовых руд. Основные месторождения расположены в Западной Австралии, вблизи побережья. В наиболее крупном месторождении Брокен сосредоточено около 8 млрд. т руды, содержащей 54-69 % железа. Добываемые здесь руды и производимые на месте окатыши через близлежащие порты вывозятся в основном в Японию.

В **Индии** имеются значительные запасы железных руд, которые составляют около 20 млрд. т. Основные месторождения расположены на 300 км западнее г. Калькутты в штатах Бихар, Орисса и Мадхья-Прадеш, образуют в комплексе так называемый Железный пояс с общими запасами 8 млрд. т богатых гематитовых руд. Они содержат 60-68 % Fe, очень чистые по сере и фосфору. Отрицательной особенностью этих руд является преобладание глинозема в пустой породе.

Можно выделить основные факторы, оказывающие формирующее влияние на сырьевой рынок черной металлургии:

- разрабатываемые месторождения;
- система подписания долгосрочных контрактов, которая ослабляет конкуренцию и ограничивает выход на рынок новых игроков;
- концентрация производства, путем укрупнения компаний;
- зависимость объемов импорта от политической ситуации.

Приоритетной задачей для мировой железорудной отрасли на ближайшие годы является сокращение затрат и максимальное вытеснение лишних игроков с рынка. Ведущие железорудные компании открыто заявляют о своей готовности и дальше бороться за увеличение доли рынка. Доля крупнейших рудных компаний в мире - Vale, Rio Tinto, BHP Billiton и Fortescue - в 2014 году достигала около 71% мировой добычи железной руды. К 2018 году их доля достигла 80%. В конце концов, мировой рынок железной руды превратится в олигополию. [Iron Ore Forecast] Поэтому можем прогнозировать борьбу за вытеснение украинских конкурентов из мирового рынка поставщиков железной руды. Тем более, что содержание железа в концентратах горнодобывающих предприятий Украины ниже, чем в концентратах зарубежных горнопромышленных компаний (рис. 1).

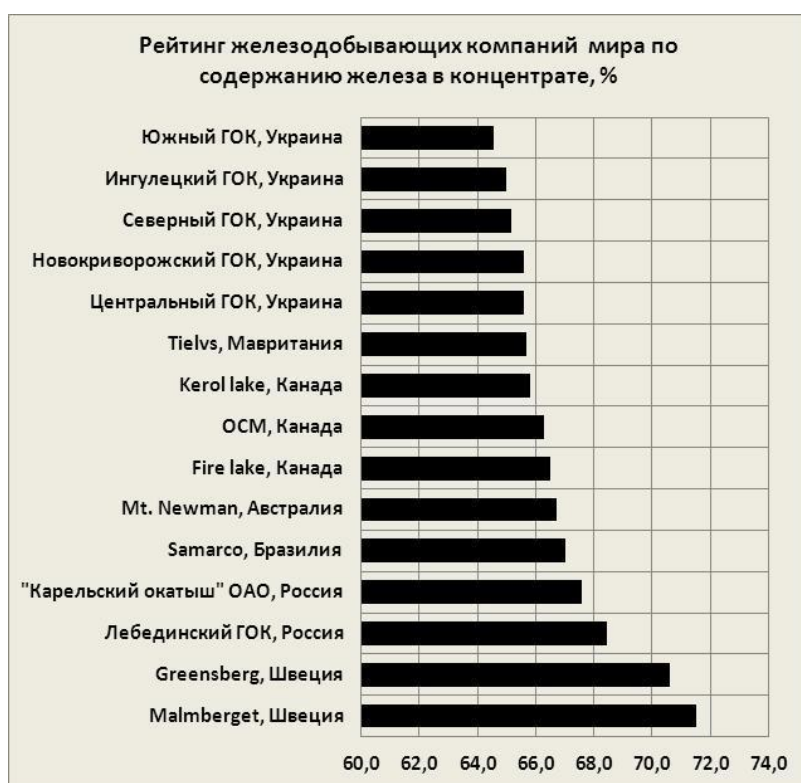




Рисунок 1 – Рейтинг железндобывающих предприятий по содержанию железа и качеству концентрата

Рассмотрим теперь наиболее значимые месторождения **железной руды в Украине**.

Общие запасы железных руд в Украине оцениваются в 27,4 млрд.т (категория А+В+С1). Большая часть месторождений расположены в Криворожском бассейне, запасы которого составляют 18,7 млрд.т. Значительное количество железных руд залегает близко к поверхности и добыча ведется открытым способом. Эксплуатационные запасы железных руд могут обеспечить непрерывную работу предприятий ГМК в среднем до 60 лет.

В настоящее время в Украине разведано 52 промышленных месторождений железных руд, которые представлены тремя основными типами: богатыми маритовыми и магнетитовыми рудами, железистыми кварцитами (магнетитовыми и окисленными), бурыми железняками (осадочными морскими в Керченском железорудном бассейне, и переотложенными, которые образованы за счет первых двух типов руд, в Криворожском железорудном бассейне). Из них эксплуатируются 23 месторождения, остальные – резервные, или не намеченные к освоению в ближайшее время

Криворожское месторождение в районе г. Кривой Рог дает руду, получаемый на месте концентрат и производимые окатыши, используемые на Криворожском металлургическом комбинате, а также экспортируемые за рубеж. Руда залегает на глубине до 500 м, но кварциты выходят на

поверхность. Поэтому разработка ведется как открытым, так и закрытым способами. Запасы богатых руд (гематитов и мартитов) оцениваются в 1,2 млрд. т, а кварцитов (магнетитовых и гематитовых окисленных) - до 18 млрд. т.

Среднее содержание железа в руде составляет около 55 %, а в добываемых магнетитовых кварцитах - 35-37 %. Пустая порода состоит практически только из кремнезема. Руда не содержит вредных примесей. Богатая руда на месте дробится и сортируется по крупности частиц. Фракция 0-10 мм направляется на агломерацию, а >10 мм — прямо в доменные цехи. Магнетитовые кварциты обогащаются методом магнитной сепарации. Из концентрата, содержащего около 65 % железа, производится агломерат, окатыши или он направляется на металлургические заводы.

Кременчугское месторождение, расположенное к северо-востоку от Криворожского, является его продолжением. В нем сосредоточены магнетитовые кварциты, содержащие около 30 % железа, которые обогащаются на построенном тут Полтавском ГОКе до 65 % железа, из концентрата производятся окатыши.

Белорецкое месторождение, расположенное вблизи г.Запорожье, представлено богатыми гематитовыми рудами, содержащими около 63% железа. Запасы составляют 500 млн. т. Расположенный тут Запорожский ГОК обрабатывает добытую руду, после чего направляет ее непосредственно на заводы.

Керченское месторождение бурых железняков имеет запасы около 2 млрд. т. Руда представляет собой оолитовый (зернистый) бурый железняк, содержащий 34-39 % железа. Низкое содержание железа, высокое содержание вредных примесей (около 1 % фосфора, 0,05-0,15 % мышьяка) и трудности обогащения привели к тому, что это месторождение в настоящее время не используется.

Общая характеристика железных руд

Железную руду человек начал добывать еще в конце II тысячелетия до нашей эры, уже тогда определив для себя преимущества железа по сравнению с камнем. С тех времен люди стали различать виды железных руд, хотя они еще не имели тех названий, что сегодня.

Руда состоит из рудного и рудообразующего минерала, пустой породы и примесей. Извлекаемый элемент находится в рудном минерале.

В зависимости от содержания железа руды подразделяют на богатые и бедные. **Богатая** железная руда имеет содержание железа свыше 57%, а кремнезёма менее 8-10%, серы и фосфора менее 0,15%. Представляет собой продукт природного обогащения железистых кварцитов, созданных за счёт

выщелачивания кварца и разложения силикатов при процессах длительного выветривания или метаморфоза.

Выделяют **два главных морфологических типа** залежей богатой железной руды: плоскоподобные и линейные.

Плоскоподобные залегают на вершинах крутопадающих пластов железистых кварцитов в виде значительных по площади с карманоподобной подошвой и относятся к типовым корам выветривания.

Линейные залежи представляют падающие в глубину клиноподобные рудные тела богатых руд в зонах разломов, трещиноватостей, дробления, изгибов в процессе метаморфоза. Руды характеризуются высоким содержанием железа (54-69%) и низким содержанием серы и фосфора.

Рудные минералы железных руд

Рудные минералы железных руд представляют собой оксиды, карбонаты железа и некоторые другие соединения. Главные из них описаны ниже.

1) **Гематит** - имеет хический состав Fe_2O_3 - безводный оксид железа. Гематит содержит 70% железа. Образованная гематитом руда называется красным железняком и является самым распространенным типом руды. Он обычно характеризуется высоким содержание железа и малым содержанием вредных примесей. Типичным месторождением гематитовых руд является Криворожское.



Рисунок 1 - Общий вид минерала гематита (Fe_2O_3)

2) **Магнетит** - имеет химический состав Fe_3O_4 - магнитный оксид железа, содержащий 72,4% железа. Отличается от других минералов промышленных железных руд магнитными свойствами, которые теряются при нагреве свыше $570^{\circ}C$. Магнетит представляет собой смешанный оксид железа $FeO \cdot Fe_2O_3$. Руды, образованные магнетитом называются магнитными железняками или магнетитами. Они менее распространены, чем гематиты, характеризуются высоким содержанием железа, пониженной восстановимостью, часто сопровождающиеся серой.



Рисунок 2 – Общий вид минерала магнетита (Fe_3O_4)

3) Водные оксиды железа - $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ - в зависимости от значения n образуют различные виды оксидов, но все образуемые ими руды называют **бурыми железняками**. Различают такие водные оксиды железа:

- $n=0,1$ - гидрогематит
- $n=1$ - гетит
- $n=1,5$ - лимонит и др.

Наиболее часто встречаются бурые железняки на основе лимонита - $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ которые называют лимонитовыми.

Бурые железняки характеризуются пониженным содержанием железа, т.е. чаще всего нуждается в обогащении, рыхлые, часто сопровождаются марганцем, фосфором, обладают высокими пористостью и восстановимостью.



Рисунок 3 - Бурый железняк на основе лимонита ($\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 1,5\text{H}_2\text{O}$)



Рисунок 4 – Общий вид минерала ильменита (FeTiO_3)

4) **Сидерит** - FeCO_3 - карбонат железа. Содержит 48,2% железа. Образованная сидеритом руда называется шпатовым железняком, или сидеритом. При значительных количествах примесей глины может называться глинистым железняком. Сидериты распространены гораздо меньше чем другие руды. Характеризуются высокой восстановимостью, низким содержанием

железа из-за незначительного его содержания в рудном минерале и большого количества пустой породы. Под воздействием влаги и кислорода атмосферы сидериты могут переходить в бурые железняки, так как оксид железа (II) в молекуле $\text{FeO} \cdot \text{CO}_2$ окисляется и поглощает влагу. Поэтому встречаются месторождения, в которых верхние слои руды являются бурыми железняками, а нижние коренные сидеритами.



Рисунок 4 – Общий вид минерала сидерита (FeCO_3)

5) **Ильменит** - имеет химический состав FeTiO_3 - железная соль титановой кислоты. Ильменит содержит 36,8% железа и 31,8% титана. Встречается всегда в сростках с обычным магнетитом, т.е. в виде $\text{FeTiO}_3 \cdot \text{Fe}_3\text{O}_4$. Образованные ильменитом руды называются титаномагнетитами.

Титаномагнетит является плотной трудновосстановимой рудой, которая дает густые и тугоплавкие титансодержащие шлаки. Обладает магнитными свойствами и хорошо обогащается магнитной сепарацией. Часто сопровождается ванадием.

Сульфид железа FeS_2 в природе находится в виде минерала **пирита или серного колчедана**. Он содержит 46,6% железа. Пирит железные руды не образуют. Он используется в химической промышленности, где его сжигают для отделения серы. Железо при этом окисляется и в виде пиритных огарков применяется в производстве агломерата.

Пустая порода

Соотношение суммы кремнезема и глинозема к сумме CaO и MgO оказывает большое влияние на технико-экономические показатели металлургического производства. Чем оно ниже, тем больше требуется вводить в аглошихту известняка, чтобы получить нормальную для доменного процесса основность шлака (в пределах 1,2-1,3). Но это приводит не только к дополнительным затратам на известняк, но и к снижению содержания железа в

агломерате и, следовательно, к снижению производительности доменных печей со всеми вытекающими отсюда экономическими последствиями.

Полезные и вредные примеси железных руд

В железных рудах всегда есть некоторое количество примесей, т.е. элементов, содержащихся в руде в силу различных геологических условий ее образования. Эти примеси могут быть и полезными и вредными.

Полезными примесями железных руд называют Mn, Cr, Ni, V, W, Mo и др. элементы. Полезность их определяется главным образом влиянием на качества получаемой стали. Наиболее распространенная примесь *марганец*. В обычных условиях плавки марганец вводится в чугун с марганцевой рудой, подаваемой в аглошихту. Наличие марганца в железной руде позволяет избежать расхода на марганцевую руду и снизить себестоимость чугуна.

Хром и никель являются ценными легирующими элементами, переходящими в чугун, а затем и в сталь и улучшающие ее качество. Они позволяют снизить расход дорогостоящих феррохрома и ферроникеля. Содержание хрома и никеля в рудах обычно небольшое и составляет от десятых долей процента до нескольких процентов.

Ванадий в значительных количествах содержится только в титаномагнетитах. При доменной плавке часть ванадия переходит в шлак, из которого затем извлекается по специальной технологии.

Вольфрам и молибден являются полезными примесями железной руды, однако в рудах встречаются крайне редко.

Вредными примесями железных руд являются S, P, As, Zn и Pb.

Сера вызывает снижение прочности стали при повышенных температурах (красноломность). Хотя основное количество серы в доменную печь вносится с коксом, иногда ее много содержится и в руде. Наиболее часто сера встречается в магнетитах, где содержание ее не должно превышать 0,2%. Если же руда подвергается агломерации, то этот предел может быть повышен до 2%. Это объясняется тем, что при агломерации с газами удаляется до 95% всей серы.

В рудах сера находится в виде сульфидов FeS_2 , сульфатов $CaSO_4$. Сульфатная сера переходит в металл интенсивнее, чем сульфидная.

Фосфор вредно влияет на качества стали, снижая ее прочность при низких температурах (хладноломкость). В доменной печи фосфор восстанавливается из соединений и полностью переходит в чугун, а затем частично и в сталь. Поэтому содержание его в рудах должно быть низким и составлять сотые доли процента.

В некоторых случаях повышенное содержание фосфора в чугуне не только допустимо, но и необходимо. Так кислородные конверторы могут

перерабатывать чугуны с повышенным содержанием фосфора. Вторым исключением является выплавка литейных чугунов, фосфористые сорта которых могут содержать 0,3-0,7% и даже до 1,2% фосфора. Фосфористые чугуны обладают высокой текучестью и хорошо заполняют форму.

Цинк является вредной примесью, хотя и не переходит в чугун. Сублимируясь в нижней части печи он конденсируется в кладке верха печи и вызывает ее расширение.

Свинец также является вредной примесью. Скапливаясь в горне печи он разрушает кладку.

Требования к химическому составу железных руд

К химическому составу железных руд предъявляются следующие требования:

- возможно более высокое содержание железа (богатство по железу), так как оно оказывает решающее влияние на технико-экономические показатели доменной плавки (этим объясняется развитие и высокая эффективность процессов обогащения руд);
- наличие в пустой породе основных оксидов, приближающих ее состав к самоплавкой;
- минимальное содержание вредных примесей, прежде всего серы и фосфора;
- постоянство химического состава, поскольку его колебания вызывают нарушения теплового режима доменной печи и перерасход кокса (отклонения железа не должно превышать 0,2%).

Общая характеристика марганцевых руд

Марганец является одним из главных легирующих сталь элементов, поэтому марганцевая руда почти всегда входит в состав шихты доменных печей при выплавке передельных чугунов.

Марганец распространен в природе гораздо меньше, чем железо: содержание его в земной коре составляет всего 0,1%.

Основными рудными минералами марганцевых руд являются:

1) Пиролюзит - MnO_2 - безводный оксид марганца (IV). Чистый пиролюзит содержит 63,2% марганца. Образованные этим минералом руды называются пиролюзитовыми. Они наиболее распространены. В чистом виде пиролюзит не встречается и всегда сопровождается кремнеземом, гидроксидами железа и др.



Рисунок 5 – Общий вид минерала пиролюзита (MnO_2)

2) **Псиломелан** - $nMnO \cdot MnO_2 \cdot mH_2O$ - содержит 45-60% марганца. Часть MnO может замещаться CaO , BaO и др. оксидами. Образованные этим минералом руды называются псиломелановыми, которые по распространенности в природе следуют за пиролюзитовыми.



Рисунок 6 – Общий вид минерала псиломелана ($nMnO \cdot MnO_2 \cdot mH_2O$)

3) **Браунит** - Mn_2O_3 - оксид марганца (III). Содержит 69,6% марганца. Браунитовые руды распространены гораздо меньше.

4) **Гаусманит** - Mn_3O_4 - смесь оксидов марганца (II) и марганца (IV). Содержат 72,1% марганца.



Рисунок 7 – Общий вид минерала браунита (Mn_2O_3)



Рисунок 8 – Общий вид минерала гаусманита (Mn_3O_4)

5) Родохрозит - $MnCO_3$ - карбонат марганца, содержащий 47,8% Mn. Карбонатные или родохрозитные руды довольно распространены, иногда встречаются в смеси с пиролюзитовыми и псиломелановыми.



Рисунок 9 – Общий вид минерала родохрозита ($MnCO_3$)

Пустая порода марганцевых руд по составу аналогична пустой породе железных руд, в ее состав входят SiO_2 , Al_2O_3 , CaO и MgO , образующие сложные минералы. Главными компонентами являются кремнезем и гораздо в меньшей степени - глинозем.

Вредные примеси марганцевых руд - фосфор и сера. Сера в этих рудах находится в очень небольших количествах (0,07-0,3 %), поэтому главной вредной примесью является фосфор, содержание которого достигает 0,5 %. Особенно опасен фосфор в рудах, предназначенных для выплавки ферросплавов. При выплавке богатых марганцем ферросплавов нежелательной примесью может быть железо, которое препятствует получению высокого содержания марганца в сплаве.

Таким образом, к марганцевым рудам предъявляются такие требования:

- высокое содержание марганца, которое в зависимости от сорта руды должно составлять 20-47 %;
- низкое содержание фосфора, которое обычно не должно превышать 0,15-0,20 %;
- низкое содержание кремнезема в пустой породе.

Так как в необогащенном и неокискованном виде марганцевая руда сейчас не применяется, то к ее физическим свойствам требования не предъявляются.

Основные месторождения марганцевых руд

По запасам и ресурсам марганцевых руд Украины занимает первое место в Европе и второе место в мире (после ЮАР). Запасы марганцевых руд Украины категорий А+В+С1 на 2000 г. составляли 2,5 млрд.т. Главные запасы (около 2,28 млрд.т) сосредоточены в Никопольском марганцеворудном бассейне (33% разведанных запасов страны) и Велико-Токмакском месторождении (67%). Главные месторождения Украины: Велико-Токмакское, Зеленодольское, Орджоникидзевское, Марганцевское.

Рудные пласты, залегающие на глубине 10-100 м, имеют мощность 0,65-3,6 м (средняя – 2 м). Содержание Mn 14,5-32,1%.

Выделяют три типа руд:

- карбонатные - 77% запасов Украины при среднем содержании марганца 21,9%. Подавляющая их часть – в Велико-Токмакском месторождении;

- оксидные - 15% запасов страны при содержании марганца 28,6%. Преобладают на Никопольском месторождении;

- смешанные - 8% запасов при среднем содержании 25%. Руды фосфористые (в среднем 0,25% P).

В XXI веке проводятся поиски оксидных и оксиднокарбонатных марганцевых руд в других районах Украинского щита; наиболее перспективными считаются междуречье рр. Днепра и Ингульца.

Никопольское месторождение (Сичеславская обл.) является крупнейшим месторождением, запасы его оцениваются в 1 млрд. т. 80% руды представляет собой пиролюзит, а остальные - карбонатные руды. Содержание марганца в зависимости от пласта изменяется от 23 до 31 %, но в среднем по бассейну оно составляет 27-28 %. Пустая порода кремнеземистая.

Развитие бассейна, являющегося основной базой черной металлургии страны, идет в направлении расширения добычи открытым способом, магнитного обогащения и окускования концентратов.

Южнее г. Запорожье разведано мощное **Велико-Токмакское месторождение** карбонатных марганцевых руд со средним содержанием марганца 20 %. Руда легко обогащается до содержания 27 % Mn при 0,17 % P. Пустая порода основная, что повышает ценность этой руды. Это месторождение пока не разрабатывается.

Из зарубежных месторождений наибольшее значение имеют:

- Чиатурское (Грузия, 180 млн.т, 25-47% Mn);
- Бразильское (район г. Рио-де-Жанейро, 60 млн.т, 48-51% Mn);
- Золотого Берега (Гана, 30 млн.т, 46-61% Mn);
- Южно-Африканское (50 млн.т, 40-50% Mn) и ряд других.