

УДК 553.319

© Малых В.М.

## **К ВОПРОСУ О ГЕНЕЗИСЕ БОГАТЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ РУД КРИВБАССА**

*Рудоуправление им.Ленина ПО «Кривбассруда»  
(Представлена д. чл. УАГН В.И.Кузнецовым)*

© Malikh V.M.

## **TO THE THE KRIVBASS RICH IRON ORES ORIGIN QUESTION**

Происхождение богатых руд железисто-кремнистой формации Кривбасса до сего времени объясняется геологами с позиций двух гипотез. Наиболее многочисленная группа придерживается полигенной метаморфогенной гипотезы, по которой первоначально накопление железа происходило в бассейнах седиментации за счет сноса с континентов и подводного вулканизма. Последующий динамотермальный метаморфизм обусловил частичный вынос нерудных компонентов, метасоматическую усадку пород и формирование бедных метаморфических руд. Наконец гипергенные процессы с выщелачиванием кварца, а на больших глубинах термальный процесс, привели к образованию в дислоцированных зонах остаточных гематит-мартитовых руд [1, 7, 8, 9].

Другая группа геологов считает, что процесс рудогенеза от начала и до конца обеспечивался гидротермально-метасоматическими процессами и лишь кора выветривания с бурожелезняковыми рудами сложились под воздействием гипергенеза [19, 22, 23].

Ключевыми моментами всех гипотез являются:

- источники вещества для железисто-кремнистых толщ;
- метаморфизм осадков и закономерности размещения рудных тел;
- окислительные процессы и мартитизация магнетита.

Наиболее полно вопросы формирования железисто-кремнистых толщ изучены Ю.П.Мельниковым [16], который на основе экспериментальной минералогии показал, что основная часть окислов железа откладывалась в дисперсном состоянии, а наиболее вероятными источниками были вулканические эксгальляции и продукты выветривания континентов. М.С.Точилин [23] и В.Н.Гусельников [5] считали яшмовидные, краснополосчатые кварциты признаком вулканогенных отложений. Другие исследователи [2, 8] относят их к обычным хемогенным осадкам, тогда как кристаллические сланцы криворожской серии считаются пелитовыми терригенными отложениями. Нами показано, что еще одним источником рудного вещества могли служить толщи гранитизированных метабазитов в обрамлениях рифтовых зон, где формировались породы железисто-кремнистой формации [14]. Гранитизация метабазитов установлена в Саксаганской и Ингулецкой полосах Кривбасса [17, 21], в Верховецком и Кременчугском районах [3, 20] и других регионах распространения железистых кварцитов. Эти факты свидетельствуют о гигантских, возможно глобальных, масштабах гранитизации метабазитов. Она нередко охватывает и железисто-кремнистые породы и руды [21].

Баланс вещества, выполненный по методу В.А. Рудника [18], показывает, что гранитизация приводила к освобождению, миграции, переотложению главным образом  $Fe^{2+}$  и  $Fe^{3+}$ , составляющим основу богатых железных руд.

Характерно, что на кажущуюся общность структурно-текстурных характеристик и идентичность минерального состава, на каждом, отдельно взятом месторождении Кривбасса, присутствуют железистые породы трех геохимических фаций: окислительная, сложенная существенно железисто-кремнистыми породами; нейтральная, в которой к окислам железа и кремнезему добавляются железистые силикаты; восстановительная, где с возрастанием доли железистых силикатов существенную роль играют железистые карбонаты и сульфиды [11].

Несомненно, что наряду с седиментогенезом, а он протекал в тектонически активных зонах, шел диагенез осадков и закладывались складчато-разрывные системы дислокаций благоприятные для циркуляции метаморфогенных и ювенильных

минерализованных растворов. Только гидротермы могли обеспечить энергетические условия для регионального метаморфизма, перекристаллизацию пород и рудогенез на его ранней стадии. Вспомним, что в этот период продолжалась гранитизация метабазитов [17, 21], а продукты гранитизации могли пополнять запасы железа в осадочных толщах и особенно в тектонически ослабленных зонах. По мнению Ю.П.Мельника [15] первичные осадки состояли из дисперсных и коллоидных минералов. Их метаморфогенными аналогами являются яшмовидные прослои кварца с дисперсными гематитом и магнетитом, окрашенные в красный, сургучный или черный цвета. Реже это прослои с гидроокислами железа желтого цвета. Мощность таких прослоев колеблется от первых миллиметров до нескольких сантиметров и очень редко до метра. Содержание железа в таких прослоях по выборке из 30 проб колебалось от 7% до 13% массовой доли по результатам химического опробования и в пределах 9-16% по данным геофизического опробования. Среднее содержание железа в пятом и шестом железистых горизонтах Саксаганской полосы Кривбасса составляет, для вмещающих пород 38-39% и 36-37% соответственно. Эти факты дают основание считать, что процесс рудообразования охватывает не только дислоцированные зоны, но и весьма плотные вмещающие породы. Об этом же свидетельствуют признаки железистого метасоматоза прослеженного нами во всех типах железистых кварцитов богатых руд на всех геологических уровнях: микротекстура-шлиф, аншлиф; текстура-штуф, рудопоявление; макротекстура-рудное тело, залежь; мегатекстура-рудное поле, месторождение.

О железистом метасоматозе в микротекстурах и текстурах говорят псевдоморфозы рудных минералов по кварцу, куммингтониту, хлориту и т.д. [2, 7, 12, 22, 23]. Блоковые агрегаты магнетита, «рваные» контакты нерудных прослоев, их несогласная слоистость с рудными никак не могут быть осадочными образованиями, но в полной мере соответствуют метасоматическим (рис.1). Текстура руды на таких участках нередко неяснослоистая, хотя обычно с унаследованной слоистостью. Мы неоднократно показывали на ориентированных штуфах, что у нерудных прослоев более интенсивно корродируется нижний, лежащий бок прослоя. Нередко здесь появляется несогласная, наложенная слоистость или струйчатые текстуры, свидетельствуют

еще о восходящем характере рудных флюидов. Аналогичный вывод можно сделать по оруденению в зоне разлома, выполненной рудной брекчией. Более интенсивно оруденение охватывает и железистые кварциты висячего бока (рис.2).



Рис. 1. Замещение малорудных, существенно кварцевых прослоев, гематитом – мартитом. Ориентированный штуф-текстура. Фрунзенское месторождение. Масштаб 1:2. 1 – кварцевый прослой, 2 – рудный прослой.

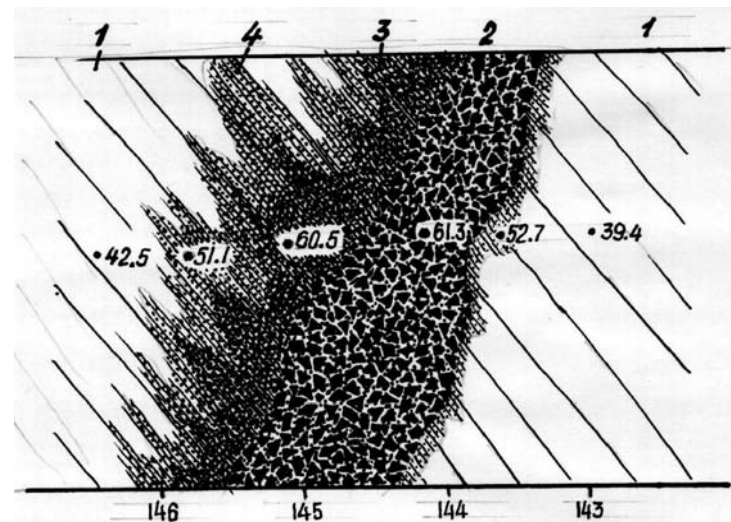


Рис.2. Замещение плотных железистых кварцитов окислительной фации гематит мартитовой рудой. Макротекстура – рудопоявление в зоне разлома. Ленинское месторождение. Масштаб 1:50. 1 – железистые кварциты, 2 – брекчированные руды, 3 – неяснослоистые руды, 4 – руды с унаследованной слоистостью.

Примером проявления железистого метасоматоза в рудных телах и залежах могут служить рудные тела и залежи установленные скважинами в толщах доломитизированных известняков глееватской свиты (рис.3). Содержание железа во вмещающих породах составляет 3-5%, а в богатых рудах 49-57% массовой доли.

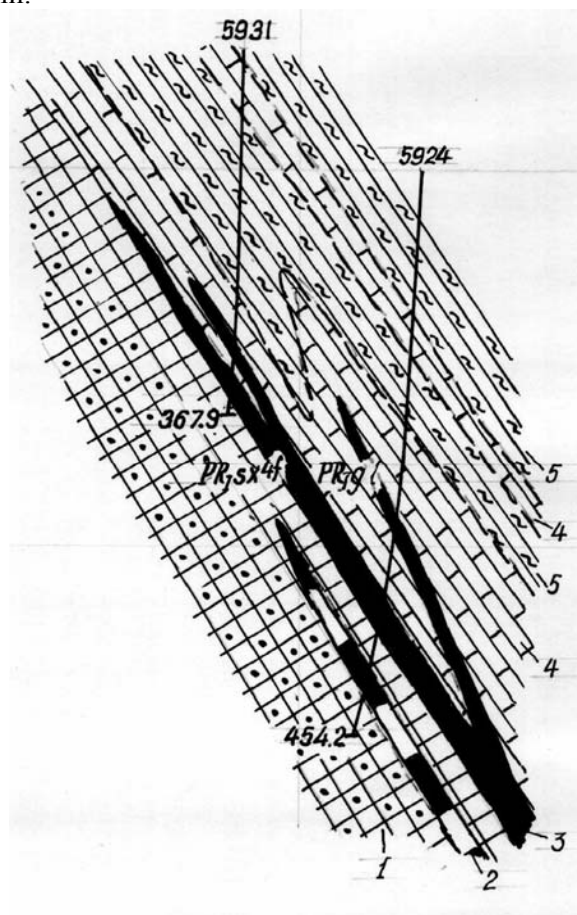


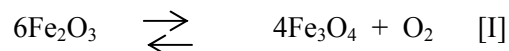
Рис.3. Метасоматические руды в породах глееватской свиты (верхней свиты). Масштаб 1:2000. 1 – полуокисленные железистые кварциты, 2 – полуокисленные богатые руды, 3 – неокисленные магнетитовые руды, 4 – доломитизированные известняки, 5 – кристаллические сланцы. Кировское месторождение.

Нельзя не согласиться, что многочисленные фотографии в работах Я.Н.Белевцева и В.М.Кравченко свидетельствуют о значительных сокращениях мощности при переходах от джеспелитов к руде, но руды здесь фигурируют как промышленные, а не геологические, категории. Кроме того, большинство образцов отобрано в зонах растяжения поперечной складчатости и в этих же работах можно видеть фотографии и зарисовки, где уменьшения мощности не происходит, а наблюдается ее увеличение [1, 2]. Для анализа проявления железистого кварцита в мегатекстуре – Саксаганское рудное поле, нами на погоризонтных планах глубин 600-700 м произведены замеры мощностей пятого железистого горизонта, основной рудовмещающей толщи Кривбасса. Замеры производились по профилям через равные интервалы и 296 замеров дали уменьшение мощности на рудных интервалах 2.8%, при повышении содержания железа с 38-39% до 58-59%. Даже с учетом повышения пористости руд на 11-12% мегатекстура Саксаганского рудного поля обладает дефицитом пространства, которое по нашим представлениям связано с проявлением железистого метасоматоза.

Таким образом формирование богатых руд только за счет выноса кварца не подтверждается фактическим материалом исследований. Учитывая, что на формирование железистых кварцитов и богатых руд оказали влияние и процессы седиментации и железистый метасоматоз все руды Кривбасса и богатые и бедные являются остаточными метасоматическими.

Обратимся к еще одному ключевому вопросу в генетической модели рудообразования богатых руд, к окислительным процессам, которые обусловили появление уникальных зон глубинного окисления, прослеженных разведочными скважинами до 2700 м. Считается, что глубина рудоносных толщ должна составлять в северной части Кривбасса около 6-8 км. Однако известны магнетитовые кварциты и руды на глубинах уже 200-300 м и сложены они минералами, образующими породы и руды нейтральной и даже восстановительной геохимической фации. Зоны глубинного окисления с гематит-мартиновыми рудами четко контролируются породами окислительной фации. В малорудных прослоях здесь прослеживаются многочисленные примеры собирательной перекристаллизации и образования за

счет дисперсного гематита кристаллоблобов магнетита по реакции [4]:



Неизбежная обратимость реакции обуславливается принципом Ле-Шателье, в соответствии с которым при изменении термодинамических условий, от спада эндогенных процессов в регионе и накоплении кислорода, система стремится к равновесию. Новообразования магнетита окисляются до мартита, иногда с реликтами магнетита. Чаще всего, это происходило в обрамлениях зон глубинного окисления, где благодаря диффузным явлениям окислялись породы нейтральной геохимической фации, в том числе и кристаллические сланцы.

Исследованиями минеральных парагенезисов богатых руд сторонниками гипергенного генезиса Кравченко В.М. [8], Зима С.Н. [7], показано, что площадная кора выветривания у поверхности является более поздней, наложенной на зону глубинного окисления, с другим низкотемпературным комплексом минералов. Изучение изотопного состава кислорода в породах и рудах Саксаганского района привело к выявлению руд с содержаниями  $\delta^{18}\text{O}$  от +15% до +6%, что исключает их гипергенное окисление [10, 13]. Установлены значительные вариации содержаний  $\delta^{18}\text{O}$  в магнетите различных геохимических фаций: от 3‰ в окислительной до +15‰ в восстановительной. Содержания  $\delta^{18}\text{O}$  по единичным пробам практически не отличаются, что свидетельствует о реальности мартитизации по реакции [1]. Затухание окислительных процессов на первых десятках, реже на первых сотнях метров, в породах нейтральной и восстановительной фаций свидетельствует о быстрой потере кислородного потенциала метеорных вод. Мы не отрицаем возможность глубокой инфильтрации растворов, но многочисленные примеры свидетельствуют против гипотезы гипергенного происхождения зон глубинного окисления и связанных с ними богатых гематит-мартитовых руд. Попытка связать их генезис с глубинным термальным гипергенезом не что иное, как втиснуть новые факты в старое прокрустово ложе.

В свое время на северном фланге Саксаганской полосы был установлен переход окисленных пород и руд в неокисленные. В их вещественный состав входили железистые силикаты

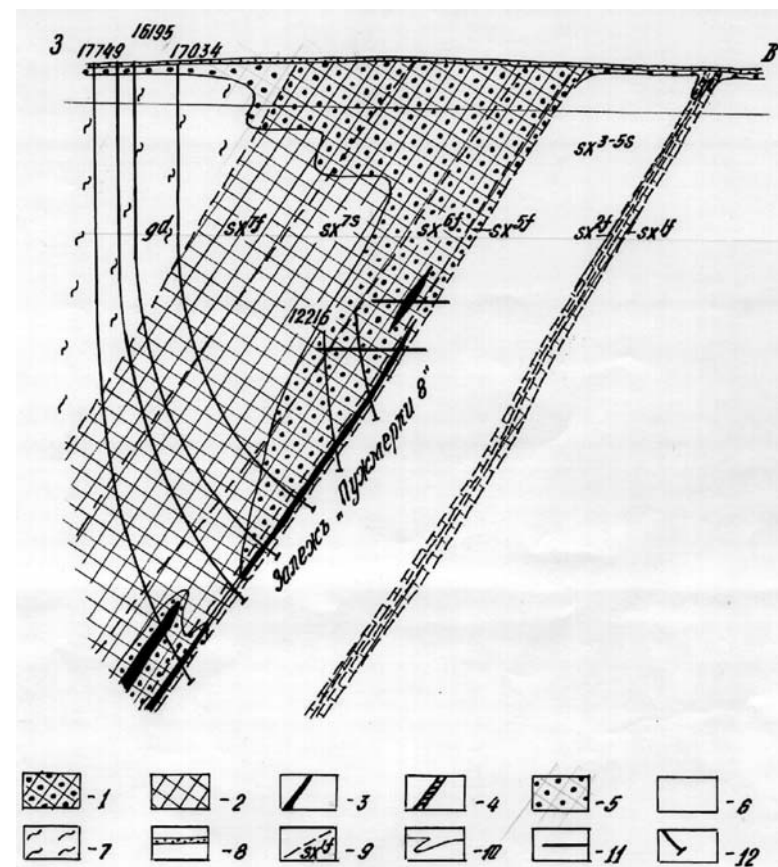


Рис.4. Зона окисления на северном фланге Саксаганской полосы. Ленинское месторождение. 1 – окисленные железистые кварциты, 2 – неокисленные железистые кварциты, 3 – богатые окисленные руды, 4 – неокисленные руды, 5 – окисленные сланцы, 6 – неокисленные сланцы, 7 – нерасчлененные породы гданцевской свиты, 8 – рыхлые кайнозойские отложения, 9 – контакты и индексы стратиграфических горизонтов, 10 – границы зон окисления, 11 – горные выработки, 12 – разведочные скважины.

7-11% и железистые кварциты 3-5%, что соответствовало породам и рудам нейтральной геохимической фации. Сторонниками гипергенной гипотезы казалось, что они приобрели решающий аргумент в пользу своей точки зрения. Но, несколько позже, при разведке магнетитовых руд под ними в интервале глубин 1700-2000 м была вскрыта «слепая» зона окисления. Она прослежена

по простиранию на протяжении 400 м, в разрезах 160-210 (рис.4). Руды здесь гематит-мартитовые со степенью окисления более 95% и массовой долей железа более 60%! Необходимо заметить, что содержание железа в богатых рудах Кривбасса наиболее высокое у поверхности, в коре выветривания, постепенно снижается до глубин 500-800 м и после некоторой стабилизации, в интервалах 800-900 м вновь возрастает. На глубинах около 2500 м Ленинского месторождения оно вполне сравнимо с содержанием в коре выветривания. Эти факты гипергенная гипотеза объяснить не в состоянии и потому, вероятно, их просто не замечают [2]. Но их объясняет геохимическая модель формирования зон окисления и метасоматическая гипотеза образования богатых руд с привносом из эндогенных источников.

Здесь мы коснулись лишь основных вопросов генетической проблемы для гематит-мартитовых руд и лишь намечили новые пути для оценки всего комплекса вопросов геологии региона.

#### Литература

1. **Белевцев Я.Н., Бура Г.Г. и др.** Генезис железистых руд Криворожского бассейна. – Киев, Наукова думка, 1959, 308 с.
2. **Белевцев Я.Н., Кравченко В.М. и др.** Железисто-кремнистые формации докембрия. Генезис железных руд. – Киев, Наукова думка, 1991, 214 с.
3. **Войновский А.С.** О характере контакта пород нижней свиты криворожской серии с плагиигранитами в Кременчугском районе// Геологический журнал, 1972, № 3, С. 115-118.
4. **Горяинов П.М., Евдокимов Б.М.** Метаморфизм как металлогенический фактор преобразования железистых кварцитов//Геология метаморфических комплексов. – М.: Недра, 1977, вып. VI, С. 91-98.
5. **Гусельников В.Н.** Генетические проблемы железорудных формаций КМА. – М.: Недра, 1972, 228 с.
6. **Епатко Ю.М.** Генетические особенности зон глубинного окисления Криворожского железорудного бассейна// Геологический журнал, 1984, № 3, С. 114 –129.
7. **Зима С.Н.** Эпигенетические минералы в богатых рудах Саксаганского района Кривого Рога// Минералогия осадочных образований. – Киев, Наукова думка, 1975, вып. 2, с.22-29.
8. **Кравченко В.М.** Первичные метаморфогенные руды Саксаганской синклинали Криворожского бассейна// Геологический журнал, 1968, № 2, С. 86-97.
9. **Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г. и др.** Минералогия Криворожского бассейна. – Киев, Наукова думка, 1977, 544 с.

10. **Луговая И.П.** Кислородно-изотопная характеристика некоторых месторождений Украинского щита// Изотопная геология Украины. Киев, Наукова думка, 1982, С. 192-226.

11. **Малых В.М.** Минералого-геохимические особенности железистых кварцитов Саксаганской полосы Кривого Рога. – М.: Известия ВУЗов, серия Геология и разведка, 1983, № 2, С. 48-52.

12. **Малых В.М.** Минералогическое картирование обрамлений зон глубинного Саксаганской полосы Криворожского бассейна// Минералогическое картирование как метод исследования рудоносных территорий. – Свердловск – Миасс, 1983, С. 123-124.

13. **Малых В.М.** О гипогенном мартите из Криворожского бассейна// Онтогенез минералов и технологическая минералогия. – Киев, Наукова думка, 1988, С. 122-127.

14. **Малых В.М.** К вопросу геолого-генетических условий формирования богатых железных руд Криворожского бассейна// Металлогения докембрия и метаморфогенное рудообразование. – Киев, Наукова думка, 1990, С. 99-100.

15. **Мельник Ю.П.** Случай перехода мартитовых руд в магнетитовые в Саксаганском районе Кривбасса// ДАН СССР, 1958, Т. 120, С. 1095-1098.

16. **Мельник Ю.П.** Физико-химические условия образования докембрийских железистых кварцитов. – Киев, Наукова думка, 1973, 288 с.

17. **Никольский А.П.** О стратиграфии докембрия Украинского щита. – Геологический журнал. 1982, № 5, С. 90-99.

18. **Рудник В.А.** Определение метасоматического изменения вещества при метасоматических процессах// ЗМВО, 1962, ч. 91, вып. 6, С.683-689.

19. **Семенов Н.П.** Метаморфизм подвижных зон// Киев. АН УССР, 1963, 298 с.

20. **Струева О.М.** Граниты Верховцевского района и их взаимоотношения с породами метаморфического комплекса// Геологический журнал, 1977, № 4, С. 36-49.

21. **Стрыгин А.И., Довгань М.Н.** Гранитизация метабазитов и пород нижней свиты в Ингулецком районе Криворожья// Известия АН СССР, серия геологическая, 1961, № 6, С. 68-71.

22. **Тохтуев Г.В.** Замещение кварца магнетитом и привнос железа при образовании криворожских железных руд// Сборник научных статей НИГРИ. – М.: Госгортехиздат, 1960, № 7, С. 70-76.

23. **Точилин М.С.** Происхождение железистых кварцитов. – М.: Изд-во литературы по геологии и охране недр, 1963, 168 с.