

7. Малишева Л.Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території. - К.: РВЦ «Київський університет», 1998. - 264 с.
8. Мельник А.В. Українські Карпати: еколого-ландшафтне дослідження. - Львів: Вид-во ЛНУ ім. Івана Франка, 1999. - 286 с.
9. Гуцуляк В.М. Ландшафтна екологія. Геохімічний аспект. - Чернівці: Рута, 2002. - 272 с.
10. Міщенко Л.В. Геоекотичний аудит техногенного впливу на довкілля та здоров'я населення (на прикладі регіону Покуття): Автореф. дис. канд. геогр. наук. - Чернівці, 2003. - 21 с.
11. Адаменко О.М. Інформаційно-керуючі системи екологічного моніторингу на прикладі Карпатського регіону // Укр. географ. журн. - 1993. - №3. - С. 8-14.
12. Адаменко О.М., Рудько Г.І. Екологічна геологія. - К.: Манускрипт, 1998. - 349 с.

© Зоріна Н.О., 2008

УДК 553.31 (477.63)

Инж. КАРПЕНКО С.В., докт. геол.-мин. наук ЕВТЕХОВ В.Д., канд. геол.-мин. наук ЕВТЕХОВ Е.В. (Криворожский технический университет)

ВАРИАТИВНОСТЬ СОСТАВА ЖЕЛЕЗИСТЫХ ПОРОД ПРОДУКТИВНОЙ ТОЛЩИ АННОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КРИВБАССА

Анновское месторождение расположено в Северном железорудном районе Криворожского бассейна. Для месторождения, как и для всего района характерна наиболее сложная по сравнению с другими месторождениями Кривбасса геологическая история формирования. Выделяются несколько этапов образования железорудной толщи: седиментация, диагенез, динамотермальный метаморфизм, различные тектонические процессы, натриевый метасоматоз, локально проявленный кислый магматизм, пегматитообразование, термальный метаморфизм, астроблемный эксцесс, гипергенез [1-4]. Действие этих геологических процессов обусловило сложный и вариативный минеральный и химический состав железисто-кремнистой формации [5], наличие в железных рудах месторождения ряда полезных и вредных примесей, присутствие в продуктивной и вмещающих железорудных толщах месторождения высоких концентраций благородных, редких и рассеянных металлов.

На протяжении последних 10 лет происходит активизация минералогических, геохимических, петрохимических, металлогенических исследований железорудной толщи месторождения, как и Криворожского бассейна в целом. Основными их задачами являются уточнение существующих представлений о составе богатых железных руд, железистых кварцитов и сланцев, закономерностях вариативности их состава по простиранию и в разрезе железорудной толщи, выявление участков концентрации сопутствующих металлических полезных ископаемых, изучение возможности использования химических показателей в качестве типоморфных характеристик железных руд и вмещающих пород. Решение этих проблем является особенно важным в связи с выполнением в настоящее время работ по детализации имеющихся данных о строении продуктивной толщи месторождения, расчленении ее разреза с учетом минеральных разновидностей и технологических сортов руд, а также в связи с общей переоценкой минерально-сырьевой базы Анновского месторождения как комплексного.

Своей задачей в настоящей работе авторы поставили выяснение характера корреляционных связей между рудогенными и второстепенными химическими компонентами железных руд, выявление характера влияния разных геологических факторов на химический состав руд.

В качестве исходного материала использовались данные более 100 полных силикатных химических анализов железистых пород продуктивной толщи Анновского месторождения, выполненных в лабораториях Криворожской геологоразведочной экспедиции, Северно-Криворожской геологической партии объединения «Укрчерметгеология» и Северного горнообогатительного комбината. Анализы выполнялись в процессе предварительной, детальной и эксплуатационной разведки месторождения. Исходным материалом проб являлся керн разведочных скважин, пробуренных в разведочных профилях по всему простиранию месторождения от его южного фланга в зоне контакта с Первомайским месторождением и до участка выклинивания железорудной толщи в 17 км к северу вблизи с. Анновка. Статистическая обработка данных химических анализов выполнялась с использованием стандартного метода корреляционного анализа. Полученные результаты приведены в табл. 1.

Табл. 1. Результаты корреляционного анализа показателей содержания химических элементов в составе железистых пород Анновского месторождения

	Fe _{общ.}	Fe _{магн.}	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	S	п.п.п
Fe _{общ.}	1														
Fe _{магн.}	0,54	1													
SiO ₂	-0,96	-0,55	1												
Al ₂ O ₃	-0,47	-0,32	0,29	1											
Fe ₂ O ₃	0,94	0,3	-0,88	-0,52	1										
FeO	-0,14	0,55	0,02	0,31	-0,44	1									
MnO	-0,14	0,04	0,05	0,29	-0,2	0,22	1								
MgO	-0,31	0,24	0,23	0,36	-0,51	0,67	0,09	1							
CaO	-0,47	0,01	0,33	0,27	-0,51	0,3	0,34	-0,01	1						
Na ₂ O	-0,4	-0,15	0,39	0,04	-0,43	0,25	-0,11	0,21	0,14	1					
K ₂ O	-0,31	-0,15	0,23	0,43	-0,39	0,31	-0,06	0,43	0,06	0,59	1				
P ₂ O ₅	0,16	0,12	-0,19	-0,02	0,14	-0,02	0,01	-0,03	0,06	-0,04	-0,03	1			
CO ₂	-0,45	-0,28	0,34	0,35	-0,42	0,05	0,4	-0,14	0,64	0,04	-0,04	0,12	1		
S	-0,72	-0,46	0,63	0,5	-0,68	0,09	0,29	0,25	0,42	0,17	0,27	-0,1	0,46	1	
п.п.п	-0,75	-0,51	0,61	0,62	-0,73	0,16	0,31	0,15	0,63	0,1	0,15	-0,1	0,77	0,69	1

Из полученных данных были определены несколько групп химических элементов, в которых существует тесная позитивная и негативная корреляционная связь. К первой группе относятся химические компоненты, в значительной мере связанные с присутствием в железистых породах рудных минералов – магнетита и гематита. Связь между показателями общего содержания железа (Fe_{общ.}) и железа, входящего в состав магнетита (Fe_{магн.}), относительно слабая (r=0,54). Это объясняется тем, что железо входит в состав не только основного железосодержащего минерала – магнетита, но также и гематита, куммингтонита, рибекита, эгирина, сидерита и других железосодержащих силикатов и карбонатов. Слабая связь между этими компонентами (рис. 1) еще раз подтверждает, что качество магнетитовой руды невозможно определять по общему содержанию в ней железа.

Значительно более тесная связь существует между показателями Fe_{общ.} и Fe₂O₃ (r=0,94) (рис. 2). Это отражает общую для петрохимического профиля сланцевый-железистый горизонт железисто-кремнистой формации тенденцию однонаправленного увеличения общего содержания железа и содержания его трехвалентной формы от

наиболее низкожелезистых кварц-мусковитовых, биотит-кварц-мусковитовых сланцев центральных зон сланцевых горизонтов через все промежуточные по составу породы до наиболее высокожелезистых железослюдко-магнетитовых, магнетит-железослюдковых кварцитов центральных зон железистых горизонтов.

Напротив, корреляционная связь $Fe_{общ.}$ и FeO очень слабая ($r=0,14$). Это объясняется пониженным содержанием FeO как в низкожелезистых сланцах, так и высокожелезистых гематитсодержащих железистых кварцитах. Максимальное же содержание FeO характерно для пород промежуточного состава, тяготеющих к контактовым зонам железистых и сланцевых горизонтов (высокожелезистые куммингтонитсодержащие сланцы и низкожелезистые магнетит-куммингтонитовые и биотит-магнетит-куммингтонитовые кварциты). По этой же причине относительно слабая корреляционная связь существует между значениями показателей $Fe_{магн.}$ и FeO : максимальное содержание FeO характерно для железистых кварцитов с минимальным содержанием $Fe_{магн.}$. С возрастанием содержания магнетита в составе руд уменьшается количество в них силикатов, содержащих железо в двухвалентной форме (куммингтонит, биотит, альмандин и др.), и увеличивается содержание гематита.

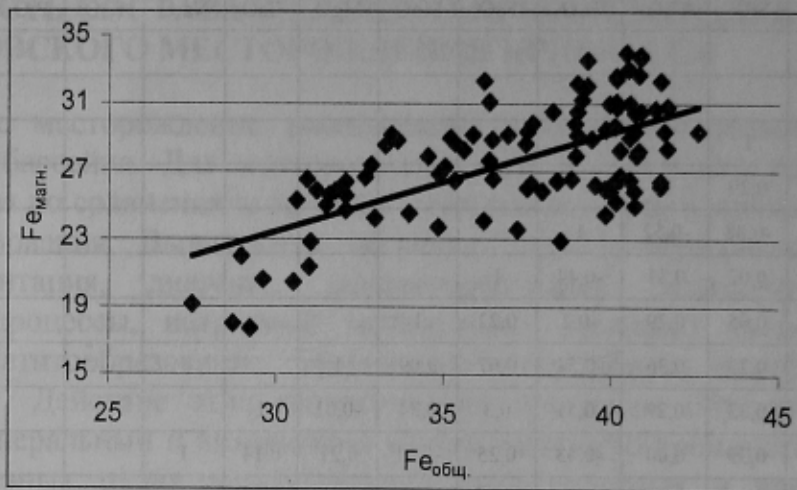


Рис. 1. Характер связи показателей общего содержания железа ($Fe_{общ.}$) в рудах и содержания в них железа, входящего в состав магнетита ($Fe_{магн.}$)

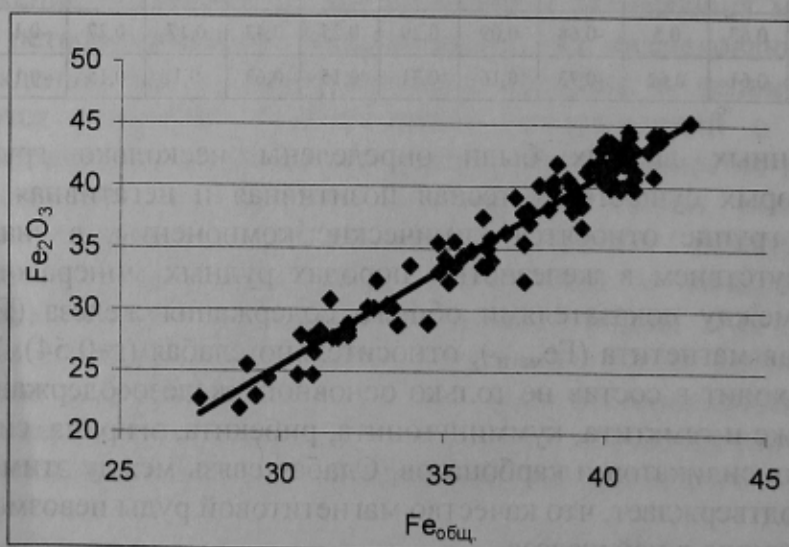


Рис. 2. Характер связи показателей общего содержания в рудах железа ($Fe_{общ.}$) и содержания в них его трехвалентной формы (Fe_2O_3)

Для балластных химических компонентов железных руд (SiO_2 , Al_2O_3 , MgO , K_2O , Na_2O , CaO , CO_2 , MnO) четко проявлена отрицательная корреляционная связь с железосодержащими компонентами: $\text{Fe}_{\text{общ.}}-\text{SiO}_2$ ($r=-0,96$), $\text{Fe}_{\text{магн.}}-\text{SiO}_2$ ($r=-0,55$), $\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ ($r=-0,88$), $\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{Al}_2\text{O}_3$ ($r=-0,52$), $\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{MgO}$ ($r=-0,51$), $\text{Fe}_2\text{O}_3-\text{CaO}$ ($r=-0,51$) и др. (рис. 3, 4).

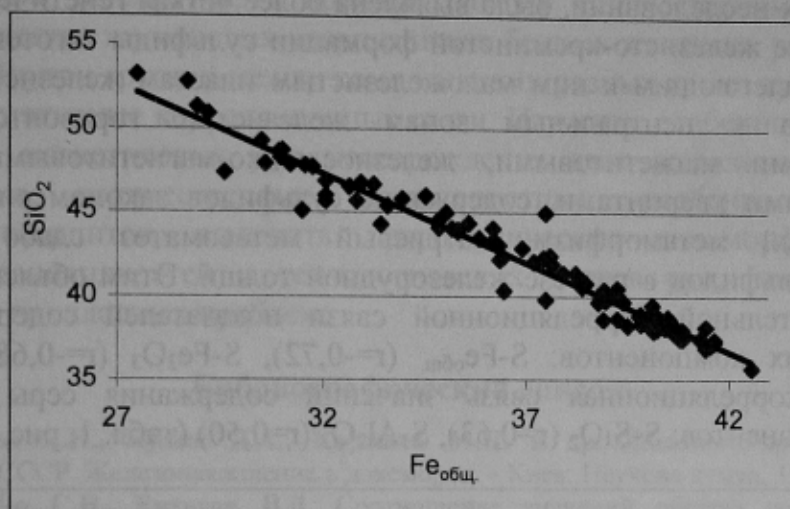


Рис. 3. Характер связи показателей общего содержания в рудах железа ($\text{Fe}_{\text{общ.}}$) и содержания в них SiO_2

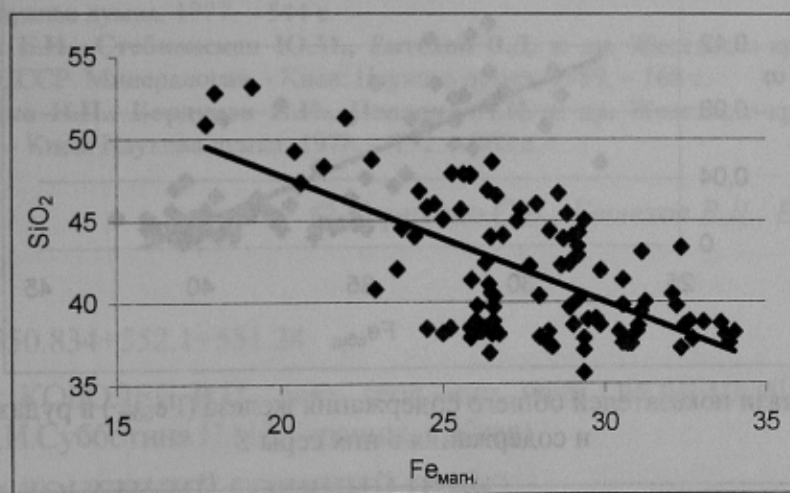


Рис. 4. Характер связи показателей содержания в рудах железа, входящего в состав магнетита ($\text{Fe}_{\text{магн.}}$), и содержания в них SiO_2

Негативная связь с железосодержащими компонентами характерна также для п.п.п. (потерь при прокаливании) – компонента, в состав которого входят, главным образом, H_2O и CO_2 – минералообразующие химические компоненты силикатов и карбонатов. Исключением является значимая позитивная связь FeO и MgO – компонентов, максимальное количество которых отмечается в породах приконтактных зон железистых и сланцевых горизонтов, где они входят, преимущественно, в состав основного породообразующего минерала – куммингтонита. Внутри группы балластных химических компонентов выявляются, в основном, позитивные корреляционные связи: SiO_2 -п.п.п. ($r=0,61$), Al_2O_3 -п.п.п. ($r=0,62$), CaO -п.п.п. ($r=0,63$), CO_2 -п.п.п. ($r=0,77$), $\text{CaO}-\text{CO}_2$ ($r=0,64$), $\text{Na}_2\text{O}-\text{K}_2\text{O}$ ($r=0,59$).

К третьей группе относятся вредные химические примеси железных руд – сера и фосфор. Содержание фосфора в составе пород железорудной толщи очень изменчиво в связи тем, что его миграция, накопление и вынос из руд и вмещающих железистых

пород активно происходили на разных этапах и стадиях формирования месторождения (седиментация, динамотермальный метаморфизм, натриевый метасоматоз, гипергенез). С этим связано отсутствие заметных корреляционных связей показателей содержания P_2O_5 и значений содержания других химических компонентов.

Для сульфидов (преимущественно, пирит и пирротин), по данным минералогических исследований, была выявлена более четкая генетическая позиция. В основном профиле железисто-кремнистой формации сульфиды тяготеют к сланцевым горизонтам и прилегающим к ним маложелезистым пластам железистых горизонтов. По направлению к центральным зонам железистых горизонтов, сложенным высокожелезистыми магнетитовыми, железослюдко-магнетитовыми и магнетит-железослюдковыми кварцитами, содержание сульфидов закономерно уменьшается. Динамотермальный метаморфизм, натриевый метасоматоз слабо повлияли на распределение сульфидов в разрезе железорудной толщи. Этим объясняются высокие значения отрицательной корреляционной связи показателей содержания серы и железосодержащих компонентов: $S-Fe_{общ.}$ ($r=-0,72$), $S-Fe_2O_3$ ($r=-0,68$) – и высокая положительная корреляционная связь значений содержания серы и балластных химических компонентов: $S-SiO_2$ ($r=0,63$), $S-Al_2O_3$ ($r=0,50$) (табл. 1, рис. 5, 6).

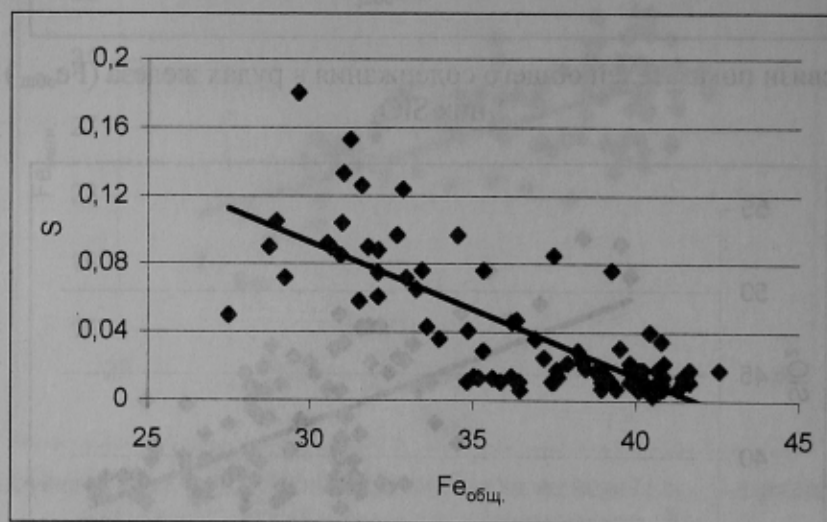


Рис. 5. Характер связи показателей общего содержания железа ($Fe_{общ.}$) в рудах месторождения и содержания в них серы S

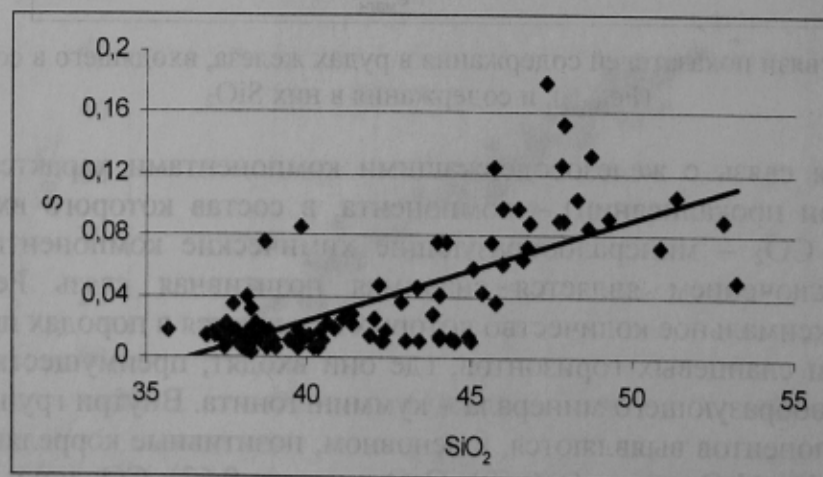


Рис. 6. Характер связи показателей содержания в рудах месторождения SiO_2 и S

Выводы. Сложная многоэтапная история геологического развития Анновского месторождения обусловила высокую вариативность минерального и химического состава железистых кварцитов его продуктивной толщи. По данным статистической обработки результатов более 100 полных силикатных химических анализов, были выделены три основные группы химических компонентов железистых кварцитов: железосодержащие, балластные и вредные. По их количественным соотношениям определяется качество железистых кварцитов как бедных железных руд, нуждающихся в обогащении. Внутри групп и между компонентами разных групп существуют тесные позитивные и негативные корреляционные связи. Изучение особенностей химического состава бедных магнетитовых руд месторождения дает возможность уточнить их качественные и количественные характеристики, особенности образования магнетитовых кварцитов, выделить петрохимические типоморфные показатели минеральных разновидностей и технологических сортов руд, решить ряд других теоретических и прикладных проблем.

Библиографический список

1. Белевцев Я.Н., Кулик Д.А., Коржнев М.Н. и др. Железисто-кремнистые формации европейской части СССР. Железонакопление в докембрии. - Киев: Наукова думка, 1992. - 228 с.
2. Карпенко С.В., Евтехов В.Д. Соотношение значений общего содержания железа и содержания его растворимых форм в рудах Анновского месторождения (Криворожский бассейн) // Геолого-мінералогічний вісник. - 2006. - №2(16). - С. 208-211.
3. Лазаренко Е.К., Гершойг Ю.Г., Бучинская Н.И. и др. Минералогия Криворожского бассейна. - Киев: Наукова думка, 1977. - 544 с.
4. Пирогов Б.И., Стебновская Ю.М., Евтехов В.Д. и др. Железисто-кремнистые формации европейской части СССР. Минералогия. - Киев: Наукова думка, 1989. - 168 с.
5. Семененко Н.П., Бордунов И.Н., Половко Н.И. и др. Железисто-кремнистые формации Украинского щита. - Киев: Наукова думка, 1978. - Т. 2. - 368 с.

© Карпенко С.В., Евтехов В.Д., Евтехов Е.В., 2008

УДК 551.14/.16:550.834+552.1+551.24

Докт. геол. наук КОБОЛЕВ В.П., докт. геол.-мин. наук ОРОВЕЦКИЙ Ю.П. (Институт геофизики им. С.И.Субботина НАН Украины, г. Киев)

ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКИЙ ГОРЯЧИЙ ПОЯС

Днепроовско-Донецкий горячий пояс Земли, подобно другим аналогичным геотектоническим структурам, - рифтогену горячего пояса Гренвилл (Северная Америка), георифтогеналям Восточно-Тихоокеанской, Центрально-Индийской и Аравийско-Индийской (Карлсбергской) связан с протерозойским палеомагнитным экватором [1]. Выходя на Евразийский континент с юга, этот экватор меняет свое направление на северо-западное (рис. 1) и в районе Складчатого Донбасса, вблизи точки «Б» (Полтавский рифтогенный узел [2]) предопределяет такое же северо-западное направление позднепротерозойского Днепровского грабена, который принадлежит Днепровско-Донецкому палеорифту [3-10]. Структура последнего располагается между Воронежским кристаллическим массивом на севере и Украинским щитом на юге. Его тектоническое сооружение имеет сложное строение. В основании располагается Днепровский грабен, который выполнен протерозойскими осадками общей мощностью до 10 км [3, 10]. Выше находится более широкий, уже палеозойский грабен, разрез которого сложен вулканогенно-осадочной толщей девона-нижнего визе. На этом грабене, начиная с позднего визе, сформировалась пологая и