сходства и различия между российской, западной и восточными культурами, выявляют особенности духовной жизни, менталитета и бытовых традиций.

Обобщение позволяет из множества разрозненных фактов составить единую картину определенной темы. Изучая историю научных открытий, учащиеся выделяют наиболее значимые и выдающиеся, внесшие наибольший вклад в развитие человечества. В указанном ключе рассматриваются «История таблицы Д.И. Менделеева», «История открытия электричества», «История открытия антибиотиков и анестезии», «История применения ядерной энергетики».

Сбор информации о традициях отдельных семей, создание генеалогического дерева, все это применяется в индивидуальной исследовательской работе в рамках объединения.

Опираясь на знание характера и личности каждого воспитанника, педагог планирует формы групповой исследовательской деятельности. Учитываются мировоззрение, интересы и желания ребенка, его жизненный опыт, сложенный из привычек, умений, навыков и знаний. Как уже отмечалось, важную роль играют психологические процессы, такие как: воля, чувства, восприятие, мышление, ощущение, эмоции, память. Исследование одной тематики может проходить в принципиально разном ключе, исходя только из особенностей темперамента членов коллектива.

Особенностью исследовательской творческой деятельности в объединении «Фрегат» является создание ситуации, когда воспитанник примеряет на себя роль исследователя. Данное положение формирует значительный воспитательный эффект – учит уважать исторические факты, воспитывает стремление производить самостоятельный поиск, помогает понять ребенку, что навыки аналитической деятельности действительно необходимы ему в дальнейшей жизни. Какие бы задатки не были заложены в ребенке от природы, его творческий потенциал может развиваться исключительно в процессе обучения, поскольку умственный труд требует напряжения внимания, преодоления творческих препятствий.

Запоминая последовательность определенных событий, решая те или иные вопросы, ребенок развивает волю, укрепляет внимание и память. Очень важно развивать интерес к познанию и творчеству. Творческие способности помогают человеку находить оригинальные решения сложных проблем.

1. Буйлова Л. Н. Актуализация роли дополнительного образования детей в современной образовательной политике РФ [Текст] / Л.Н. Буйлова // Актуальные задачи педагогики: материалы междунар. заоч. науч. конф. (г. Чита, декабрь 2011 г.). - Чита: Издательство Молодой ученый, 2011. - С. 53.
2. Семенова Н.А. Исследовательская деятельность учащихся [Текст] / Н.А. Семенова // Начальная школа. - № 2. - 2007. - С.45
3. Шмырева Н.А., Губанова М.И., Крецан З.В. Педагогические системы: научные основы, управление, перспективы развития. – Кемерово: Альфа, 2002. - С. 100.
4. <https://infourok.ru/ponyatie-issledovatel'skaya-deyatelnost-v-raznih-istochnikah-2504868.html>

Онуфриенок В.В.

Атомы примеси в минералах и радиоактивность Земли

*Красноярский государственный аграрный университет
(Россия, Красноярск)*

doi: 10.18411/sr-10-06-2021-49

Аннотация

На примере пирита различного химического состава проведено исследование методом ЕРМА атомов примеси на разных глубинах залегания до 567 м в пределах

одной скважины. Предложен метод расчета атомов примеси в структуре пирита. Установлено, что атомы примеси проявляют максимальную чувствительность к глубине залегания пирита. Показано изменение поведения атомов примеси с увеличением глубины. Предложена интерпретация полученных результатов как формирования атомов примеси в результате ядерного синтеза в коре Земли.

Ключевые слова: минерал, порода, глубина залегания, ядерный синтез и распад, пирит.

Введение. Планета Земля по геологическому строению во многом является специфической планетой и имеет ряд существенных отличий. Например, температура в центре Земли намного превышает температуру поверхности, причем одной из причин этого факта является внутренняя радиоактивность, то есть радиоактивность в центре Земли. Раскалено не только ядро, но и весь объем Земли, кроме тоненькой коры. Причиной радиоактивности принято считать распад урана. Небольшого процента урана хватит на то, чтобы нагреть всю мантию Земли до 1000 градусов Цельсия, а ядро - до 6500°C, что и подтверждается в косвенных экспериментальных методах. Считается, что образование Земли началось с сильно химически восстановленных строительных блоков и металлическое ядро планеты может содержать достаточно урана, которая в том числе обеспечить конвекцию. Именно она создает и поддерживает магнитное поле Земли более 3 миллиардов лет.

В апреле 2015 года ученые из Оксфордского университета предложили теорию, согласно которой содержание урана в ядре Земли на несколько миллиардных долей выше, чем предполагалось ранее. Происходит радиоактивный распад не только урана, но и возможно радия по схеме: ${}_{91}\text{Ra} - {}_{92}\text{U} + e^{-} + \bar{\nu}_e$. Уже одним этим Земля отличается от всех других планет Солнечной системы. Тем не менее, любой вид радиоактивности может сопровождаться испусканием γ -квантов, которые в свою очередь могут взаимодействовать с ядрами каких-то атомов в кристаллической решетке минералов Земной коры. Такие взаимодействия, как правило, переводят ядро в возбужденное состояние и может спровоцировать электронный β - распад.

Пирит широко распространен в природе в виде компактных масс, а также в виде мелкозернистых скоплений и жил. Он содержит изоморфные примеси кобальта и никеля, а также меди, золота и др., а также катионные и анионные вакансии. Относительно высокая концентрация атомов примеси в структуре пирита несомненно влияет на свойства пирита. Таким образом, актуальность изучения свойств вакансий в структуре такого минерала, как пирита выглядит очевидной. Естественно, грунты состоят из большого числа минералов. Мы должны подчеркнуть, что исследования пирита, несмотря на их очевидную значимость, имеют более широкое значение и не ограничиваются самим пиритом. Формула пирита должна быть представлена как AX_2 , где А - такой химический элемент, как Au, Co, Cu, Fe, Mn, Ni, Os, Pd, Pt или Ru. X формулы может быть As, Bi, S, Sb, Se или Te [1-4]. Изоструктурная группа пирита в целом представлена пространственной группой $\text{Pa}\bar{3}$ [5-8].

Формула пирита обычно FeS_2 , минерал обладает парамагнитными и полупроводниковыми свойствами. Его структура почти всегда нестехиометрическая; поэтому природный пирит лучше представить химической формулой $(\text{Fe}^{+2})_x ((\text{S}_2)^{-2})_x$, где соотношение S/Fe варьируется в образцах даже из одного месторождения [9-11].

Исследование атомов примеси и определение вакантных позиций необходимы для ответа на вопросы о составе горных пород и свойствах породы в целом, которые до сих пор остаются без ответа.

Цель исследования: а) проанализировать концентрацию точечных дефектов различной природы в структуре пирротина и пирита; б) на основе полученных результатов предложить модель формирования атомов примеси;

Материал и методы исследования. Пирит для исследований брался из золоторудного месторождения «Панимба», расположенного примерно в 200 км к северо-северо-востоку от Красноярска и примерно в 100 км к юго-востоку от городов Тея и Северо-Енисейский (Восточная Сибирь).

Химический состав минерала определяли методом EPMA на растровом электронном микроскопе VEGA II LMU с интегрированной системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализатора OXFORD INCA ENERGY 350.

Результаты исследования и их обсуждение. Результаты исследований пирита представлены в виде таблице 1.

Таблица 1

Результаты анализа (EPMA) of атомов примеси в структуре пирита

№		Fe ⁺²	(S ₂) ⁻²	Au	Cu	Co	Ni
	Y _e	γ _{Fe}	γ _S	γ _{Au}	γ _{Cu}	γ _{Co}	γ _{Ni}
	S/Fe	wt. %	wt. %	wt. %	wt. %	wt. %	wt. %
1	2,02	45,71	53,11	0,021	-	0,055	0,044
2	2,07	45,41	53,92	0,006	0,027	0,052	0,011
3	2,04	45,61	53,52	0,019	-	0,066	0,056
4	2,06	45,63	53,93	-	-	0,052	0,057
5	2,05	45,81	53,96	0,022	-	0,059	0,039
6	2,00	46,33	53,17	0,020	-	0,031	-
7	2,00	45,95	52,83	0,002	-	0,052	0,048
8	2,09	45,38	54,35	0,019	-	0,051	-
9	1,98	46,22	52,62	0,028	-	0,063	0,001
10	2,00	46,12	52,84	-	-	0,044	-
11	1,99	46,12	52,59	0,023	0,015	0,062	-
12	2,01	46,06	53,25	0,001	0,004	0,049	0,003
13	2,02	45,97	53,24	0,028	-	0,054	-

Рис. 1. Зависимость плотности атомов примеси Co, Ni от глубины залегания породы.

Рис. 2. Зависимость плотности атомов примеси Au от глубины залегания породы.

На основе расчетных данных построены графики, которые представлены на рис. 1 и рис.2. Из рисунков видно, что кривые атомов примеси Ni Co в структуре пирита с более глубоким уровнем залегания имеют спад и подъем вдоль ось абсцисс (давление как бы прогибает кривые) в районе 425м.

Конечно, все образцы пирита содержали атомы примеси других элементов (например, Au), но их концентрация была на два порядка ниже, чем концентрация Ni и Co. Следует также отметить, что кривые атомов примеси Au имеют такую же зависимость с глубиной залегания – рис.2.

Обсуждение результатов Интересно отметить, что точечные дефекты в пирите в подавляющем большинстве представлены ионами кобальта и никеля, то есть элементами, расположенными рядом с железом в таблице Менделеева. Эти элементы отличаются от железа наличием в ядре одного или двух протонов. Можно предположить, что они возникли в результате процессов бета-распада в результате радиоактивности Земли, то есть в результате холодного ядерного синтеза и не существовали изначально.

Для анализа кристаллической структуры необходимо знать среднее значение атомов примеси на узел кристаллической структуры, то есть плотность атомов примеси. Таким образом, необходимо провести математическую обработку данных микронзондового анализа для расчета плотности атомов примеси в структуре минерала.

Отметим, что в некоторых работах уже был представлен расчет плотности атомов примеси для арсенопирита [5] и пирротина[6].

Формула, связывающая данные микронзондового анализа со средними значениями атомных долей атомов примеси, находящихся в узлах решетки, выглядит так:

$$X = \frac{\gamma(v + Y\tau)}{(100\rho + \gamma(v - \rho))}$$

где γ – данные микронзондового анализа, X может быть выражен как X_Z для минорных атомов Z, Y – соотношение серы и железа в образцах; v , ρ , τ равны, следовательно, μ_{Fe} ,

μ_Z и μ_S , т.е. выражается через молекулярную (или атомную) массу элемента. В случае атомов примеси Cu, Ni, Au или Co, X_Z может быть выражен как X_{Cu} , X_{Ni} , X_{Au} , X_{Co} соответственно. При этом значение ρ в данной формуле также изменяется (μ_{Cu} , μ_{Ni} , μ_{Au} , μ_{Co}).

Например, предположим, что скважина В на глубине 40 м содержит пирит, для которого отношение серы/железа в пробе составляет 2.01 и который содержит кобальт с весом 0.099, тогда

$$X = \frac{0.099 \cdot (55.845 + 2.01 \cdot 32.065)}{(100 \cdot 58.933 + 0.099(55.845 - 58.933))}$$

$$X = 0.00202$$

Отклонения природного пирита от стехиометрической структуры могут быть заданы формулой $(Fe^{+2})_\chi ((S_2)^{-2})_\tau$, поскольку соотношение S/Fe варьируется в образцах даже из одного и того же участка.

Если χ и τ равны 1 (стехиометрическая структура FeS_2), это означает, согласно расчетам, что содержание железа в образце составляет 46.547% (весовых процентов), а содержание серы – 53.453%. Только в этом случае в структуре пирита отсутствуют катионные и анионные вакансии. Разница между этими данными указывает на наличие катионных и анионных вакансий в структуре пирита.

Заметим, что энергия выделяется при синтезе атомного ядра до 26 элемента таблицы Менделеева, то есть до Fe. Ядро железа обладает самой большой энергией связи. Дальнейший синтез ядер требует уже затрат энергии. Таким образом, звезда полностью выгорает до образования железа. В определенном смысле Земля – это часть выгоревшей звезды, осколок сверхновой. Синтез элементов после железа – результат взрыва сверхновой, энергия взрыва и создает более тяжелые элементы. Эти атомы часто бывают радиоактивными – распадаясь, они выделяют энергию, поглощая которую более легкие атомы переходят на новый уровень, т.е. изменяют свой порядковый номер в таблице Менделеева.

Рис. 2. Схема трансформации ядер примеси

Если кристаллическая матрица минерала состоит из железа (например, пирит или пирротин), то ядра такой матрицы, поглощая энергию распада тяжелых элементов, переходят на более высокий уровень, изменяя свой порядковый номер. Так и возникают атомы примеси.

Например, по схеме: $Fe^{2+} + \gamma \rightarrow E_1 + Fe^{2+} + n \rightarrow E_1 + Fe^{2+} + p^+ + e^- + \tilde{\nu}_e \rightarrow \gamma_1 + Ni^{2+} + \tilde{\nu}_e$.

Или по схеме:

Закключение. В результате ядерных реакций в ядре Земли возникают протоны и нейтроны, которые захватываются атомами материнской матрицы и переводят номер элемента на единицу больше в таблице Менделеева. Так формируются атомы примеси.

1. Gait R. I., Dumka D. Morphology of pyrite from the Nanisivik mine, Baffin Island, Northwest Territories. // The Canadian Mineralogist. - 1986. - V. 24, P. 685-688.
2. Larocque A. C. L., Hodgson C. J., Cabri L. J., Jackman J. A. Ion-microprobe analysis of pyrite, chalcopyrite and pyrrhotite from the Mobrun VMS deposit in northwestern Quebec: evidence for metamorphic remobilization of gold, // The Canadian Mineralogist. - 1995. - V. 33. - P. 373-388.
3. Carlson R. W. (2015) Planetary science: A new recipe for Earth formation. doi:10.1038/520299a
4. Onufrienok V.V., Some Comments on Pyrite's Structure// Biomedical Journal of Scientific & Technical Research, 2019, V. 19, iss.4, 14443-14444.
5. Onufrienok V.V., Broekmans M.A.T.M. Analysis of Impurity Density in the Structure of Arsenopyrite of the Panimba Deposit. In: Dong F. (eds) Proceedings of the 11th International Congress for Applied Mineralogy (ICAM). Springer Geochemistry/Mineralogy. Springer, Cham, 2015, p. 325-334
6. Онуфриенко В.В., Чжан А.В. Точечные дефекты и их влияние на физические свойства кристаллов », КГАУ, Красноярск, с. 148, 2018
7. Pearson WB The crystal chemistry and physics of metal and alloys. Wiley, New York, p. 826 (1972)
8. Rickard D., Luther G. Chemistry of Iron Sulfides // Chem. Rev. - 2007. - V.107. - p. 514-565
9. Сазонов А.М., Звягина Е.А., Кривопутская Л.М., Свердлова В.Г., Леонтьев С.И. Структурные и химические неоднородности пирита Саралинского месторождения (Кузнецкий Алатау). Геология и геофизика. 1992. Т. 33. С. 87-94.
10. Vaughan DJ, Craig JR (1978) Mineral chemistry of metal sulfides. Cambridge University Press, Cambridge, p. 493.
11. Hem S. R., Makovicky E., Gervilla F. Compositional trends in Fe, Co, and Ni sulfarsenides and their crystal-chemical implications: results from the Arroyo de la Cueva deposits, Ronda peridotite, southern Spain. // The Canadian Mineralogist. —2001. —V. 39. — P. 831-853.

Сверчков Д.Ю.

Индивидуальная образовательная траектория курсанта (слушателя) в условиях смешанного обучения в нелинейном образовательном пространстве

610 ЦБП и ПЛС
(Россия, Иваново)

doi: 10.18411/sr-10-06-2021-50

Аннотация

В целях совершенствования качества образования необходимо прогнозировать полноценное развитие личности в современной системе обучения, что становится возможным в нелинейном образовательном пространстве. Индивидуальная образовательная траектория курсанта (студента) – это его личный, индивидуальный путь, который определяется совместно с преподавателем при учете мотиваций, способностей, психофизиологических особенностей обучающегося. Смешанная модель обучения позволяет сочетать инновационные технические достижения цифрового обучения и проверенный годами опыт традиционного взаимодействия студентов и преподавателя в рамках аудиторных занятий. Внедрение смешанного обучения в нелинейное пространство военного вуза позволит наиболее эффективно выстраивать индивидуальную образовательную траекторию курсанта.

Ключевые слова: индивидуальная образовательная траектория, смешанное обучение, нелинейное образовательное пространство, дистанционное обучение