

## ИЗУЧЕНИЕ РАССЕЯННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ЧЕРНОСЛАНЦЕВЫХ КОМПЛЕКСОВ И ЕГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С ЗОЛОТОМ

И.Я.Кошечева, С.Д.Хушвахтова, Н.В.Корсакова, И.В.Быков, Л.В.Кригман,  
А.Х.Галузинская (ГЕОХИ РАН)

Varshal@geokhi.ru, факс: (095) 938-20-54; тел. (095) 137-75-26

Ключевые слова: осадочно-метаморфические породы; рассеянное органическое вещество; золото.

Углеродистое вещество так называемых «черносланцевых» полиметалльных комплексов резко затрудняет химический анализ, оценку и технологическую переработку этих руд.

В настоящей работе на примере пород месторождения Сухой Лог разрабатывалась схема концентрирования органического вещества, исследовалась природа РОВ и выявлялась его связь с присутствующим в породе золотом. Известная схема исследования рассеянного органического вещества руд, пород, донных отложений [1] предусматривает последовательную обработку образца низкокипящими органическими растворителями, при которой извлекаются битумоиды. Следующим этапом схемы является выделение гуминовых кислот в результате обработки пород 0,1 М раствором щелочи. После количественного извлечения указанных компонентов производится дальнейшее выделение концентрата РОВ: минеральная часть породы удаляется при обработке пробы кипячением в 20%-ной HCl с растворением карбонатов, оксидов железа и алюминия и затем фтороводородной кислотой удаляются силикаты. В работе изучалось органическое вещество объединенной пробы скважин №№ 10 и 36 Сухого Лога с содержанием золота  $1,8 \cdot 10^{-4}\%$ . CHNS-элементный анализ пробы показал достаточно высокое содержание углерода и наличие серы:  $C_{\text{общ}}=2,75\%$ ;  $C_{\text{орг}}=1,45\%$ ;  $S=0,645\%$ .

Согласно опубликованным данным [2] содержание битумоидов, выделенных из пород Сухого Лога, колеблется от 0,002 до 0,004% масс., что по градации Н.Б. Вассоевича [3] относится к очень низким концентрациям. Исходя из этих данных, битуминологический анализ проб не проводился. Тест на содержание гуминовых кислот (ГК) не дал положительных результатов, что свидетельствует о высокой степени метаморфизма органического вещества в месторождении.

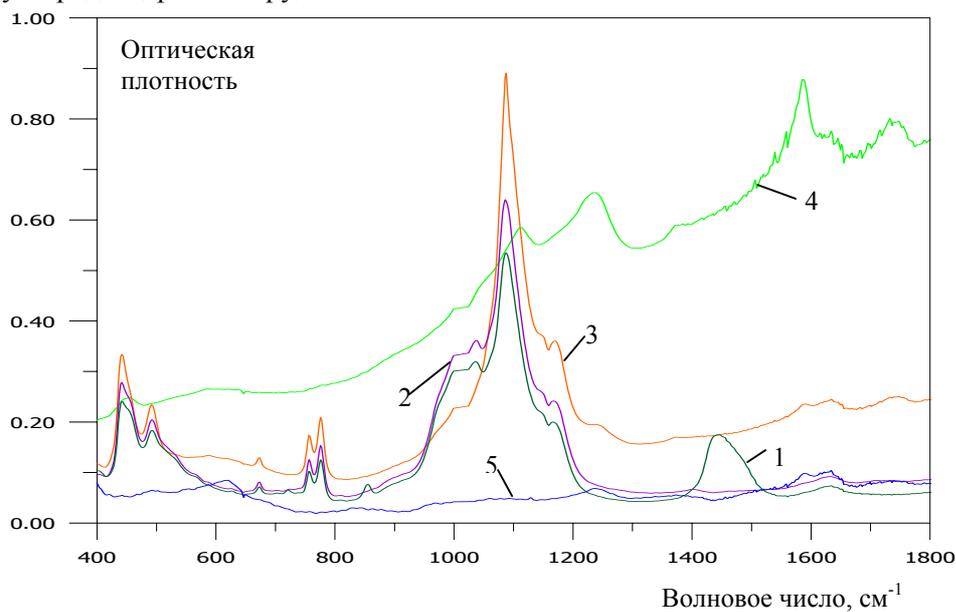
Этот факт подтвержден рентгеноструктурным анализом концентрата РОВ, выполненным в ГЕОХИ РАН на рентгеновском дифрактометре ДРОН-4 с использованием программы, разработанной для оценки структуры аморфных углеродистых веществ [4]. Установлено, что углеродистое вещество пород Сухого Лога состоит на 90% из ароматических структур, что подтверждает высокую степень его метаморфизма.

Концентрирование РОВ в процессе химического фазового анализа – последовательной обработки породы химическими реагентами – осуществлялось поэтапно в ходе растворения неорганических компонентов пород. В традиционную схему концентрирования РОВ [1] после удаления карбонатной фазы нами был введен этап растворения пиритной серы. Исследуемая руда обрабатывалась восстановительной смесью состоящей из хрома(II) в среде HCl, пиридина и спирта, что приводит к восстановлению пиритной серы до сероводорода и удалению последнего [5]. В этом процессе исследуемая проба делится на две фракции: «легкую», обогащенную углеродом ( $C_{\text{орг}}=9,8\%$ ) и «тяжелую», обогащенную силикатами, но все еще содержащую значительное количество органического углерода ( $C_{\text{орг}}=1,3\%$ ). Анализ обеих фракций на содержание в них золота показал, что основное количество золота, около 87%, остается в «тяжелой» фракции. Далее порода подвергалась дальнейшему концентрированию углеродистого вещества: последовательной обработке 5%-ной и затем концентрированной плавиковой кислотой для удаления силикатных структур различной прочности.

Характер функциональных групп исходной породы и полученных в ходе концентрирования РОВ фракций исследовали с помощью ИК-спектроскопии. На рис.1 представлены спектры исходной породы (1), «тяжелой», силикатной фракции (2), этой же фракции после обработки ее 5%-ной HF (3), «легкой», обогащенной углеродом фракции, после обработки 5%-ной HF (4) и

спектр концентрата РОВ (5). Первые три спектра весьма близки к спектру кварцита (в сообщении не представлен) и имеют характерные для него полосы поглощения в области 1160 и 1080  $\text{см}^{-1}$  и два дублета: 800, 780  $\text{см}^{-1}$  и 520, 470  $\text{см}^{-1}$ . Полоса поглощения при 1030  $\text{см}^{-1}$  в спектрах 1 и 2 свидетельствует о наличии в составе исходной породы и “тяжелой” фракции глинистых минералов группы смектита, которые разрушаются просле обработки “тяжелой” фракции 5%-ной HF (3). В спектре исходной породы присутствуют также полосы поглощения при 1450 и 880  $\text{см}^{-1}$ , относящиеся к групповым частотам карбонат-иона и исчезающие после первой кислотной обработки образца. Полосы поглощения в области 1720-1600  $\text{см}^{-1}$  характерные для диссоциированных и недиссоциированных карбоксильных групп и, четко проявленные в спектре гуминовых кислот, имеют лишь слабое выражение в спектре «легкой» фракции (в сообщении не представлены) и проявляются более явно после обработки ее 5%-ной HF при увеличении концентрации углерода до 59,0% (4). Здесь с уменьшением силикатной составляющей (1230 и 1100  $\text{см}^{-1}$ ) прослеживается увеличение интенсивности поглощения при 1630 и особенно при 1590  $\text{см}^{-1}$  (за счет роста концентрации карбонильных групп) и появление полосы поглощения при 1750  $\text{см}^{-1}$ , отвечающей за колебания карбоксильных групп в ароматических кислотах.

Конечным продуктом фазового химического анализа является концентрат РОВ (5). Можно видеть, что полосы поглощения, соответствующие силикатным породам, полностью исчезают, остаются лишь характеристические полосы, отвечающие колебаниям карбонильных групп: 1630 и 1590  $\text{см}^{-1}$ . Одновременно при концентрировании РОВ происходит и концентрирование в нем золота, так в концентрате РОВ, составляющем 2-2,5% от всей массы взятой на исследование породы удерживается до 80% от содержащегося в исходной породе золота. Таким образом, в аналитических процедурах и технологических процессах может происходить удерживание золота углеродистым веществом пород, вследствие чего возможно недоопределение и недоизвлечение золота. Поэтому целесообразно осуществлять деструкцию органического вещества на первых этапах количественного определения золота или технологического его извлечения из углеродсодержащих руд.



**Рис.1** ИК-спектры:

1. Исходной породы месторождения Сухой Лог;
  2. «Тяжелой» силикатной фракции;
  3. «Тяжелой» фракции после обработки 5% HF;
  4. «Легкой» фракции после обработки 5% HF;
  5. Концентрата рассеянного органического вещества.
- ИК-спектры приведены к массе вещества 0,1 мг.

#### Литература.

1. Корчагина Ю.И., Четверикова О.П. Методы исследования рассеянного органического вещества осадочных пород. М. Недра. 1976. 229 с.
2. Развозжаева Э.А., Прокофьев В.Ю., Спиридонов А.М. и др. Благородные металлы и углеродистое вещество в рудах месторождения Сухой Лог (Восточная Сибирь, Россия). // Геология рудных месторождений. 2002. Т.44. № 2. С.116-124.
3. Вассоевич Н.Б. Основные закономерности, характеризующие органическое вещество современных и ископаемых осадков. В кн.: Природа органического вещества современных и ископаемых осадков. М., Наука. 1973. С.11-59.

4. *Вариал Г.М., Велюханова Т.К., Корочанцев А.В., Тобелко К.И., Галузинская А.Х., Ахманова М.В.* О связи сорбционной емкости углеродистого вещества пород по отношению к благородным металлами с его структурой. //Геохимия. 1995. №8. С.1191-1198.
5. *Волков И.И., Жабина Н.Н.* Определение пиритной серы с помощью металлического хрома и раствора соли хрома(II). Труды Института океанологии АН СССР. 1979. С.5-14.
6. *Казицына Л.А., Куплетская Н.Б.* Применение УФ, ИК и ЯМР спектроскопии в органической химии. М. Изд. Моск.ун-та. 1968. 259 с.

---

*Вестник Отделения наук о Земле РАН - №1(21) 2003*

*Информационный бюллетень Ежегодного семинара по экспериментальной минералогии, петрологии и геохимии 2003 года (ЕСЭМПГ-2003)*

*URL: [http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h\\_dggms/1-2003/informbul-1/hydroterm-18.pdf](http://www.scgis.ru/russian/cp1251/h_dggms/1-2003/informbul-1/hydroterm-18.pdf)*

*Опубликовано 15 июля 2003 г.*

*© Отделение наук о Земле РАН, 1997 (год основания), 2003*

*При полном или частичном использовании материалов публикаций журнала, ссылка на "Вестник Отделения наук о Земле РАН" обязательна*