

**ИЗОТОПНЫЙ СОСТАВ ВОДОРОДА ПОДЗЕМНЫХ ВОД  
КАСКАДНОГО ЗОЛОТОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(КУЗНЕЦКИЙ АЛАТАУ)**

В. Г. ИВАНОВ, А. П. ГРИБАНОВ, Т. М. СЛЕЗОВА

(Представлена профессором П. А. Удодовым)

Изменение изотопного состава подземных вод с глубиной наиболее удобно проследить в подземных горных выработках. Авторами для этой цели отобраны пробы воды в штольнях Каскадного месторождения (Саралинское рудное поле, Кузнецкий Алатау). Самая глубокая штольня (14 горизонт) расположена на глубине 650 м от поверхности.

Содержание дейтерия в подземных водах определялось флотационным методом с нормализацией изотопного состава воды по кислороду (Бродский 1957, Шатенштейн 1957).

Подземные воды района Каскадного месторождения в исследованном интервале (до 650 м) инфильтрационного происхождения. Это обусловлено рядом физико-географических и структурных факторов:

1. Приуроченность района к осевой части Кузнецкого Алатау и, следовательно, максимальная приподнятость (абсолютные отметки 1200—1600 м), большая степень расчлененности рельефа (относительные отметки 300—900 м) и повышенная влажность (700—900 мм в год).

2. Скопление в зимнее время на склонах восточной экспозиции, в долинах ручьев и каровых цирках больших масс снега, являющихся дополнительным источником питания талыми водами в летний период.

3. Широкое развитие четвертичных отложений, в большинстве случаев хорошо водопроницаемых и являющихся водоносными горизонтами.

4. Наличие региональной трещиноватости горных пород и многочисленных зон дизъюнктивных нарушений, которые служат путями циркуляции подземных вод.

По классификации Н. К. Игнатовича (1950) исследуемый район относится к области интенсивного водообмена, к открытой, проточной, хорошо промытой структуре.

Водовмещающие породы — эффузивно-осадочные образования (кислые и основные эффузивы, их туфы, конгломераты, песчаники, глинистые, углистые, углисто-глинистые, кремнистые, глинисто-кремнистые, углисто-кремнистые, карбонатно-глинистые сланцы) с редкими линзами известняков и мергелей, прорванные малыми интрузиями диоритового габбро-диоритового и плагиогранитного состава. Вопросы возраста пород (докембрийский или кембрийский) и некоторые вопросы структуры района однозначно не решены (Баженов 1961).

Содержание дейтерия в исследуемых водах (табл. 1), в основном, понижено по сравнению со стандартной водой (нами за стандарт при-

нята вода р. Томи). Наиболее обеднены дейтерием ( $-1,6\gamma$ ) воды верхней зоны. С глубиной содержание дейтерия увеличивается (за исключением проб 5с и 6с).

Воды (проба 12с), отобранные по возможности с максимальной глубины (650 м), характеризуются наиболее высоким содержанием дейтерия ( $+1,3\gamma$ ).

С глубиной происходит замедление циркуляции подземных вод. В данном случае на глубине (650 м), близкой к местному базису эрозии, скорость циркуляции довольно незначительна (зона затрудненного водообмена). По химическому составу эти воды значительно отличаются от вод верхней зоны. Так, для последних характерен гидрокарбонатно-сульфатно-кальциево-магниевый или магниевый-кальциевый состав. Воды зоны затрудненного водообмена характеризуются гидрокарбонатно-натриевым составом при отсутствии сульфат-иона и повышенном содержании хлор-иона ( $11,1 \text{ мг/л}$ ). Отсутствие сульфат-иона наряду с другими показателями свидетельствует о восстановительной обстановке. Таким образом, химический состав глубинных вод свидетельствует о некоторой их метаморфизации, в процессе которой, по-видимому, произошло обогащение дейтерием.

Обогащение вод тяжелыми изотопами на глубинах по мнению Е. В. Пиннекера (1966) происходит в результате подземного испарения, наличия повышенных температур, сорбируемости легких изотопов породами, дегидратации некоторых минералов и др.

На увеличение содержания дейтерия в подземных водах с глубиной указывают также Ф. А. Алексеев и В. В. Концова (1964), А. Е. Бабинец (1961) и другие исследователи. Исключение из общего закономерного увеличения содержания дейтерия с глубиной составляют пробы 5с и 6с, где содержание его понижено по сравнению с водами, расположенными на меньшей глубине. Для вод, вскрытых скважиной 5с, характерна также низкая общая минерализация и гидрокарбонатно-кальциевый состав в отличие от гидрокарбонатно-магниевого для выше-расположенных вод.

Аналогичное явление в этом же районе на Встречном месторождении замечено В. М. Матусевичем (1964), где также на более глубоких горизонтах в связи с наличием сильно фильтрующих трещин наблюдается своеобразная инверсия, выраженная в резком уменьшении общей минерализации и суммы микрокомпонентов.

Понижение содержания дейтерия в результате изотопного обмена с сероводородом (Гринберг и Петриковская, 1965) и органическим веществом (Бабинец, 1961) в данном случае маловероятно, так как сероводород и углеводороды в водах не обнаружены.

Следует учитывать тот факт, что инфильтрующие атмосферные осадки в различные периоды года могут характеризоваться различным содержанием дейтерия. Так, в весенне-летний период инфильтруются значительные массы обедненной дейтерием талой воды снежников. В осенний же период, когда снежники уже стаяли, пополнение подземных вод происходит дождевыми водами, которые обычно менее обеднены дейтерием, чем снеговые (особенно осенние дожди). Поэтому в осенний период в верхнюю зону поступают воды с более высоким содержанием дейтерия, чем ранее инфильтровавшиеся и, следовательно, проникшие на большую глубину весенне-летние воды.

Дальнейшие исследования изотопного состава подземных вод и атмосферных осадков в данном районе позволят решить ряд теоретических вопросов, связанных с формированием подземных вод и наметить критерии для практического использования данных по их изотопному составу.



## ЛИТЕРАТУРА

- Ф. А. Алексеев, В. В. Концова. К геохимии дейтерия в подземных водах. В сб. «Прямые поиски нефти и газа», М., «Недра», 1964.
- А. Е. Бабинец. Подземные воды юго-запада Русской платформы. Распространение и условия образования. Изд. АН УССР, 1961.
- В. И. Баженов. Геология и минералогия золоторудных жил Саралинского рудного поля. Диссертация, представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Томск, 1961.
- А. И. Бродский. Химия изотопов. Изд. АН СССР, 1957.
- И. В. Гринберг, М. Е. Петриковская. Исследование изотопного состава органического вещества горючих ископаемых. Киев, «Наукова думка», 1965.
- Н. К. Игнатович. Зональность, формирование и деятельность подземных вод в связи с развитием геоструктуры. В сб. ВСЕГИНГЕО, вып. 13, 1950.
- В. М. Матусевич. Формирование химического состава вод зон разрывных нарушений в связи с поисками рудных месторождений гидрогеохимическим методом. Диссертация, представленная на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. Томск, 1964.
- Е. В. Пиннекер. Рассолы Ангаро-Ленского артезианского бассейна. М., «Наука», 1966.
- А. И. Шатенштейн и др. Изотопный анализ воды. Изд. АН СССР, 1957.