Доклады Академии наук СССР
1955. Том 101, № 3

ГЕОХИМИЯ

Ю. П. НИКОЛЬСКАЯ

К ВОПРОСУ ФОРМИРОВАНИЯ СОЛЯНЫХ ОЗЕР КУЛУНДИНСКОЙ СТЕПИ

(Представлено академиком Г. Г. Уразовым 25 X 1954)

В результате многолетней работы Западно-Сибирского филиала АН СССР и Западно-Сибирского геологического управления имеется обширный материал по вопросу гидрохимии соляных озер Кулундинской степи, а также поверхностных и грунтовых вод, питающих эти озера. Анализ этого материала вскрывает процесс изменения химического состава соляных водоемов под влиянием питания их водами иных химических классов и иных концентраций.

С большой долей вероятности можно утверждать, что соляные водоемы в таких случаях изменяют свой химический состав по вполне определенному направлению, а именно, «карбонатные воды (содовые), теряя ионы CO_3'' и HCO_3', превращаются в воды сульфатные ([1]); последние, в свою очередь, теряя ионы SO_4'' и обогащаясь ионами хлора, превращаются в воды сульфатно-хлоридные, содержащие, в отличие от сульфатных вод, хлористый магний (воды морского типа 1-го класса); и, наконец, сульфатно-хлоридные воды, еще более обогащаясь хлор-ионом, переходят в хлоридные воды, содержащие как характерный компонент хлористый кальций (воды морского типа 2-го класса).

Это явление носит в настоящее время название процесса метаморфизации природных вод. Такое название было дано впервые Н. С. Курнаковым, который наблюдал и изучал метаморфизацию рассолов морского типа при питании их материковыми водами, обогащенными углекислым кальцием ([2]). Теоретическому обоснованию процесса метаморфизации природных вод посвящены также работы ([3–6]).

На основе вышеупомянутой классификации природных вод, сущности явлений метаморфизации, результатов по изучению равновесия природных солевых систем и фактического материала по гидрохимии вод имеется возможность отметить следующие закономерности формирования и химического состава соляных озер Кулунды.

1. Карбонатные озера Кулунды (содовые) приурочены к древним долинам — Барнаульской, Касмалинской, Верхне-, Средне- и Нижне-Кулундинским и к зоне распространения соснового бора в районе Южного Прииртышья. Карбонатные озера, имеющие высокое значение карбонатного отношения $\frac{Na_2CO_3 + NaHCO_3}{\Sigma \text{ солей Na}}$, т. е. $\frac{Na_2CO_3 + NaHCO_3}{Na_2CO_3 + NaHCO_3 + Na_2SO_4 + NaCl}$, и в то же время высокую концентрацию, т. е. озера, способные формировать донные отложения соды, сконцентрированы в основном в юго-западной части Касмалинской древней долины (группа Михайловских содовых озер), что может быть объяснено большой площадью водосбора карбонатных вод.

Кроме этой группы озер, с высокой концентрацией и высоким значением карбонатного отношения имеются лишь одиночные мелкие озера (расположенные в бору, в районе Южного Прииртышья) с площадью менее 0,3 км² и малым слоем рапы.

Из озер с меньшей концентрацией можно отметить оз. Горькое (у курорта Лебяжье, в юго-западной части Барнаульской долины) с Σ сол. = = 2,70% и карбонатным отношением 0,39 и маленькое озерко Джабагалы в районе Южного Прииртышья с Σ сол. = 3,2% и карбонатным отношением 0,47.

Все остальные карбонатные озера или имеют очень малую концентрацию солей в рапе (в основном пресные) и по условиям питания и стока не имеют условий для концентрирования (озера древних долин), или имеют очень малое значение величины карбонатного отношения, т. е. в значительной степени метаморфизованы, а вследствие этого обеднены содой (это, в основном, карбонатные озера района Южного Прииртышья: оз. Сор — карбонатное отношение 0,05; оз. Щербакты — карбонатное отношение 0,01; оз. Желтырь — карбонатное отношение 0,01; оз. Бурлю — карбонатное отношение 0,05; оз. Сейтень — карбонатное отношение 0,16). В силу указанных причин все эти озера не имеют донных отложений соды.

Накопление соды в карбонатных озерах является следствием питания их мало концентрированными (в основном пресными) поверхностными и грунтовыми карбонатными водами с высоким значением карбонатного отношения. Формирование же пресных грунтовых и поверхностных карбонатных вод является в условиях Кулунды, нужно думать, в основном следствием химического выветривания силикатов, содержащих окись натрия. Этот процесс интенсифицируется в условиях соснового бора под влиянием органических кислот (креновой и апокреновой), являющихся продуктами жизнедеятельности лесной растительности, что связано с усиленным процессом подзолообразования лесных почв.

2. Сульфатные и сульфатно-хлоридные озера Кулундинской степи приурочены в основном к центральной Кулундинской депрессии, Северному Прииртышью и в меньшей степени к Южному Прииртышью (к его степной части). Отмечается также наличие таких озер по окраинным зонам древних долин.

Наиболее крупные по размерам озера с высокой концентрацией рапы находятся в основном в Центральной Кулундинской депрессии; это озера Кучук и Кулундинское, Б. Яровое, М. Яровое, Бурлинское. Наиболее крупные из этих озер по количеству рапы и по запасам в них солей (озера Кулундинское и Кучук) имеют, наряду с грунтовым, речное питание, обеспечивающее им большую площадь водосбора.

Следует отметить, что рапа озер, имеющих речное питание (Кучук и Кулундинского), принадлежит по химическому составу к сульфатному типу; это говорит о том, что она метаморфизована в меньшей степени, чем рапа озер, не имеющих речного питания — (Б. Ярового, М. Ярового, Бурлинского), рапа которых принадлежит по химическому составу к сульфатно-хлоридному типу. Коэффициенты метаморфизации (отношение $MgSO_4/MgCl_2$) для рапы этих озер имеют следующие значения: Б. Яровое — 0,15, М. Яровое 0,44, Бурлинское 1,20.

Высокую степень метаморфизации этих озер следует объяснить тем, что в их питании большую роль играют пресные грунтовые воды, обогащенные карбонатом кальция.

На составе рапы оз. Кулундинского, а через него и оз. Кучук, отражается влияние воды р. Кулунды, собирающей воду древних долин — Верхне-Кулундинской и Нижне-Кулундинской. Кулунда подходит к оз. Кулундинскому с водой карбонатного типа, но значительно метаморфизованной, т. е. обогащенной сульфатом и хлоридом натрия,— величина карбонатного отношения воды р. Кулунды при впадении ее в оз. Кулундинское (у дер. Шимолино) равна 0,13. В условиях озера, получающего также питание грунтовыми водами с запада и севера, относящимися в основном к сульфатному и сульфатно-хлоридному типам, вода р. Кулунды претерпевает дальнейшую метаморфизацию с образованием сульфата и хлорида натрия и переходит в сульфатно-хлоридную рапу.

В рапе озер Б. Яровое, М. Яровое и Бурлинское, не имеющих речного

питания, процесс метаморфизации от сульфатного к сульфатно-хлоридному типу происходит интенсивнее, что сказывается на величинах коэффициентов метаморфизации их рапы, указанных выше. Если эти озера будут и далее находиться в таких же условиях питания, как в настоящее время, то значения коэффициентов метаморфизации их рапы будут еще более понижаться.

Накопление больших количеств сульфата и хлорида натрия в озерах Кучук и Кулундинское в значительной степени объясняется речным питанием — водами рек Кулунды, Суетки и Кучука, обогащенными солями натрия.

К крупным озерам Бурлинской древней долины, относится оз. Б. Анж-Булет, имеющее рапу сульфатного типа, что согласуется с составом рапы рек Курлы и Карасук, питающих это озеро.

Озера, расположенные к западу от оз. Б. Анж-Булат, отмежевавшиеся от него — Балказы, Коссор, Светлица, Кызыл-Туз и др., не получающие питания водами р. Бурлы, находятся в стадии метаморфизации рапы по направлению от сульфатного типа к сульфатно-хлоридному; их рапа относится в основном к сульфатно-хлоридному типу, причем некоторые из них имеют малое значение коэффициента метаморфизации: Кос-Сор 0,19, Светлица 0,41, Кызыл-Туз 2,89, Жаман-Туз 0,74, Шубар-Терек 4,2.

Озера Б. и М. Таволжанские и Коряковское имеют рапу сульфатно-хлоридного типа с далеко зашедшим процессом метаморфизации, что также согласуется с условиями их питания пресными грунтовыми водами. Коэффициенты метаморфизации для этих озер имеют следующие значения: Б. Таволжанское 0,32, М. Таволжанское 0,11, Коряковское 0,54.

К крупным озерам с рапой сульфатно-хлоридного типа в районе Южного Прииртышья принадлежит оз. Маралды, имеющее Σ сол. = 20,29% и коэффициент метаморфизации 0,3; это согласуется с условиями его питания.

В окраинных зонах древних долин находятся следующие сульфатные и сульфатно-хлоридные озера (наиболее крупные): Б. Мармышанское, озера Соляноозерной степи и озера группы оз. Вшивка. Эти озера находятся в Касмалинской древней долине. Обогащение их сульфатом и хлоридом натрия можно объяснить процессом метаморфизации карбонатных вод водами сульфатными в силу условий их питания.

Формирование грунтовых вод сульфатного и сульфатно-хлоридного типа в условиях водоразделов между древними долинами, в районах Прииртышья и Центральной Кулундинской депрессии объясняется, нужно думать, наличием в этих районах сульфата кальция в виде отложений гипса (месторождения гипса или гипсовых горизонтов почв), а также наличием сульфата магния как продукта минерализации рапы рано отмирающей степной растительности Кулунды, что согласуется с растительной характеристикой этих районов.

Наличие в Кулунде соляных озер всех степеней метаморфизации согласуется с последними взглядами на геологическую историю Кулунды, согласно которым озерные котловины Кулунды, являющиеся аккумуляторами солей, представляют собой останцы древней гидрографической сети, по которой проходили через Кулунду огромные массы пресной воды, и накопление солей в озерах относится к позднечетвертичному периоду, вне связи с существованием древних морей.

Химико-металлургический институт
Западно-Сибирского филиала
Академии наук СССР

Поступило
12 VII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

[1] Ю. П. Никольская, ДАН, 80, № 6 (1951). [2] Н. С. Курнаков, С. Ф. Жемчужный, Изв. Акад. наук, VI сер., № 2 (1917). [3] М. Г. Валяшко, Е. М. Петрова, Тр. Всесоюзн. н.-и. инст. галургии, в. 23 (1952). [4] М. Г. Валяшко, Г. К. Пельш, там же, в. 23 (1952). [5] Г. К. Пельш, М. Г. Валяшко. там же, в. 27 (1953). [6] М. Г. Валяшко, А. А. Нечаева, Г. К. Пельш, там же, в. 27 (1953).