

ГИДРОГЕОЛОГИЯ

А. Н. БУНЕЕВ, П. А. КРЮКОВ и Е. В. РЕНГАРТЕН

**ОПЫТ ОТЖИМАНИЯ РАСТВОРОВ ИЗ ОСАДОЧНЫХ  
ГОРНЫХ ПОРОД**

(Представлено академиком Д. С. Белянкиным 3 III 1947)

Проблема формирования минерализованных подземных вод включает в себя исследование состава и процессов изменения солевой массы вмещающих осадочных пород.

Солевая масса или „ионно-солевой комплекс“ осадочных пород, слагается из солевого раствора, удерживаемого породой, адсорбированных ионов и кристаллов воднорастворимых солей (насыщающих раствор), образуя в совокупности одну сложную систему подвижного равновесия, в которой участвует вода, связанная твердой фазой породы.

Вопрос о необходимости изучения капиллярной воды в горных породах как одной из важнейших форм в истории природных вод еще в 1929 г. был поставлен акад. В. И. Вернадским (1).

При изучении происхождения минерализованных вод в водопроницаемых пластах осадочных толщ возникает, прежде всего, необходимость в сопоставлении их состава с составом малоподвижных вод, прочно удерживаемых водонепроницаемыми, особенно глинистыми, пачками (2).

Являясь закономерным результатом геологической истории данного отложения, солевая масса его в закрытых участках отражает как условия образования самого отложения, так и последующие процессы диагенеза, а в участках, оказавшихся в зоне воздействия поверхностных вод, — различные стадии разрушения его под влиянием процессов выщелачивания (3).

Несмотря на все значение этих исследований для гидрогеологии, геологии и геохимии, работа в этой области тормозится отсутствием соответствующих методов. Извлечение солей водными вытяжками, нарушая равновесие системы, приводит к искаженным результатам.

Осадки морских и континентальных бассейнов, переходя в стратиферу, постепенно под давлением вышележащих толщ отделяют удержанные ими растворы. В пределах стратиферы давление, испытываемое породами, достигает величины порядка 1000—2500 кг/см<sup>2</sup>; в лабораторных условиях давление отпрессовывания может быть доведено до 10 000 кг/см<sup>2</sup> и более; это дает возможность выжимания растворов из осадочных пород с целью изучения количества и состава их. В качестве объектов были взяты образцы юрской глины (J<sub>3</sub><sup>oxf</sup>) и карбонатного известняка (C<sub>3</sub>) в состоянии естественной влажности.

Для выделения растворов служила методика отпрессовывания при сверхвысоких давлениях, разработанная применительно к выделению почвенных растворов (4). Аппарат для отпрессовывания представляет собой толстостенный цилиндр с наружным диаметром 12 см и внутренним 3 см из хромово-ванадиевой стали, термически обработанной

до твердости 400° по Бринелю. Образец сжимался между двумя поршнями из закаленной до твердости стекла шарикоподшипниковой стали. Верхний поршень снабжен прокладкой Коридофа, нижний — уплотнением Бриджмена с отверстием для стока раствора через специальный поддонник. Поверх нижнего поршня помещалась перфорированная стальная пластинка и небольшой слой песка. Источником давления служил насос высокого давления конструкции Государственного института высоких давлений с контактным манометром и реле, поддерживающими заданное давление. Давление передавалось гидравлическому прессу мощностью 50 тонн, с помощью которого и осуществлялось отпрессовывание.

Последовательно выделявшиеся из глины фракции раствора объемом 1—2 мл собирались с предосторожностями против испарения во взвешенные приемники. В каждой порции с помощью интерферомет-

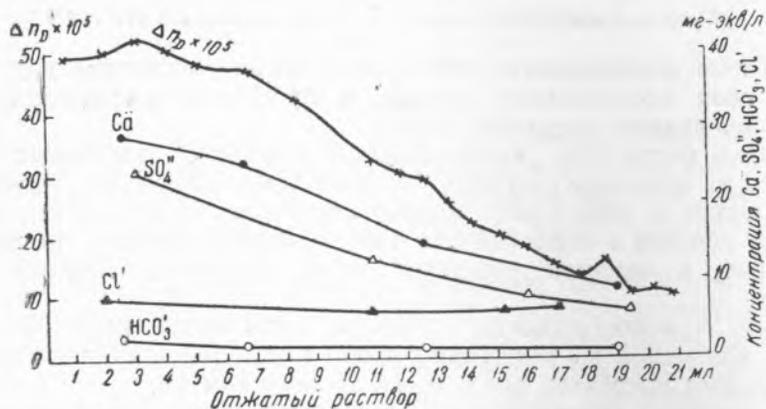


Рис. 1. Изменение минерализации ( $\Delta n_D$ ) и концентрации отдельных ионов в растворе, отжимаемом из юрской глины

ра производилось определение разницы показателей преломления данного раствора и чистой воды ( $\Delta n_D$ ), пропорциональной минерализации раствора. С помощью микрометодов, разработанных в применении к анализу почвенных растворов (4), в отдельных фракциях определялись концентрации ионов сульфатов и хлоридов, а для определения кальция и щелочности смешивалось по 3—4 фракции.

	мг/л	м-эquiv	эquiv. %
Na + K	6,9	0,3	1,0
Mg	142,3	11,7	37,0
Ca	390,0	19,5	61,9
		31,5	99,9
HCO <sub>3</sub>	73,2	1,2	3,8
SO <sub>4</sub>	1220,0	25,4	80,6
Cl	174,0	4,9	15,6
		31,5	100,0

Σ мин. веш. 2006,4 мг/л, pH = 7,8,  $\Delta n_D = 30$ .

Начальное содержание воды в навеске глины составляло 33,5 г (31%). Прилагая давление от 1450 до 6000 кг/см<sup>2</sup>, удалось выделить 21,7 г или 64,6% всей воды, содержащейся в глине. Отжимание длилось 32 дня.

Ход изменения состава последовательных порций отжимавшегося раствора изображен на рис. 1.

Нами были получены еще две кривые изменения концентрации

растворов по мере отжимания глины, показавшие аналогичное падение концентрации. Для одного из этих опытов был произведен анализ смеси всех порций раствора, показавший следующий состав (табл. на стр. 708).

Опыт с известняком (исходная естественная влажность 9,8%) показал, что только при достижении давления в 4300 кг/см<sup>2</sup> из него начинает отделяться раствор; повышая давление до 6500 кг/см<sup>2</sup>, удалось выделить около 50% содержащейся в известняке воды.

Полученный экспериментальный материал приводит нас к следующим основным выводам.

1. Показана возможность выделения раствора из плотных коренных осадочных пород естественной влажности путем отжимания. Из юрской глины с исходной влажностью в 31% выделено около 2/3 всей воды под давлением до 6000 кг/см<sup>2</sup>. Показана возможность выдавливания раствора и из карбонатных известняков.

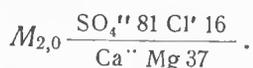
2. Исследование с помощью интерферометра отдельных малых фракций последовательно отжимающегося из юрской глины раствора показало непрерывное понижение минерализации его; минерализация последних порций составляет около 20% от минерализации начальных.

3. Концентрация отдельных ионов также падает параллельно понижению общей минерализации раствора; исключения представляют хлориды, к концу отжимания глины показывающие тенденцию к некоторому повышению концентрации.

4. Тот же ход явлений показала и глина, высушенная на воздухе, растертая и замешанная вновь с дистиллированной водой; этот опыт указывает на то, что поведение глины при отжимании не связано с какими-либо особенностями ее структуры, возникающими за геологическое время ее существования.

5. Факт понижения минерализации отжимающегося раствора, указывающий на отдачу породой при высоких давлениях связанной воды, требует дальнейшего физико-химического изучения.

6. Состав средних порций отжимавшегося раствора может быть выражен формулой Курилова:



Минерализация первых порций отжимавшегося раствора, судя по показаниям интерферометра, в 1,5 раз выше при том же приблизительно соотношении ионов.

С геохимической точки зрения полученные факты позволяют высказать следующие соображения:

1. Отдача растворов коренной глиной под давлением свидетельствует о том, что и в природных условиях при увеличении нагрузки вышележащих толщ или усилении бокового давления пласты глины могут отдавать новые количества минерализованной воды все более понижающейся — по мере выдавливания — концентрации.

2. Соленость отжатой глины при сравнении с соленостью отделенного раствора должна быть сильно пониженной; с этим явлением необходимо считаться при оценке глин как возможного источника минерализованных вод водоносных горизонтов, заключенных в толщах этих глин.

Лаборатория гидрогеологических проблем  
им. Ф. П. Саваренского и Почвенный институт  
им. В. В. Докучаева Академии Наук СССР

Поступило  
1 III 1947

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

<sup>1</sup> В. И. Вернадский, ДАН, № 15 (1929). <sup>2</sup> А. Д. Архангельский и З. О. Залманзон, Бюлл. Моск. общ. исп. прир., отд. геол., 9(3—4) (1934). <sup>3</sup> А. Н. Бунеев, ДАН, 45, № 6 (1944). <sup>4</sup> П. А. Крюков, Руков. для полевых и лаборат. исслед. почв, IV, Соврем. методы физ.-хим. исследований почв, в. 2, 1946.