

В. М. ШВЕЦ

СОДЕРЖАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ

(Представлено академиком А. А. Трофимуким 9 IX 1970)

В последние 15—20 лет существенно повысился интерес к органическим веществам подземных вод, вызванный их важной ролью при решении ряда теоретических и практических геологических вопросов. Среди них можно назвать проблемы нефтеобразования ⁽¹⁾ и рудообразования ⁽²⁻⁴⁾, вопросы миграции химических элементов в подземных водах и формирования промышленных йодо-бромных вод ⁽⁵⁾, бальнеологическое значение минеральных вод ⁽⁶⁾, нефтепоисковое значение подземных вод ^(7, 8) и др.

В нашем институте с 1953 г. проводятся систематические региональные исследования органических веществ подземных вод. С применением методов, разработанных в основном в этом институте, выполнено более 5 тыс. различных анализов органических веществ в подземных водах 15 районов территории СССР (табл. 1). В результате установлено, что общее количество органических веществ наиболее полно выражается суммой органического углерода ($C_{\text{орг. общ}}$), трех основных классов органических соединений — нелетучих ($C_{\text{орг. нелет}}$), летучих нейтральных и основных ($C_{\text{орг. лет. нейтр}}$) и летучих кислых ($C_{\text{орг. лет. кисл}}$). Такое выражение

Таблица 1

Объем фактического материала по органическим веществам подземных вод
(число анализов)

Тип органического вещества	Грунтовые воды	Артезианские вне нефтяных месторождений	Воды области разгрузки		Воды нефтегазовых месторождений					Всего
			восходящие родники	грязевые вулканы	непродуктивных пластов	законтурные	приконтурные	газовых месторождений	газоконденсатных месторождений	
$C_{\text{орг. нелет}}$	308	319	215	17	68	86	343	57	10	1423
$C_{\text{орг. лет. нейтр.}}$	28	29	45	2	14	15	28	1	5	167
$N_{\text{орг.}}$	183	217	69	6	29	36	157	37	—	734
Жирные летучие кислоты	12	155	30	5	22	16	35	8	5	238
Карбоновые кислоты (прямой метод)	45	127	41	5	26	13	20	2	5	234
Нафтеновые кислоты (турбидиметрический метод)	180	169	77	9	30	33	91	30	—	624
Высокомолекулярные кислоты (люминесцентный метод)	40	35	49	9	22	17	44	2	13	231
Фенолы	18	108	37	—	20	8	13	6	—	210
Люминесцирующие вещества (групповой состав)	273	281	124	19	69	56	273	35	13	1143

общей суммы водорастворимых органических веществ показало, что некоторое время назад при определении только лишь $C_{\text{орг. нелет}}$ не учитывалась незначительная часть (в среднем 7—22% в разных водах) органического вещества подземных вод, тогда как основную его долю составляют летучие органические соединения (рис. 1)*.

Как видно из табл. 2, наиболее обогащены органическим веществом приконтурные воды нефтяных и газоконденсатных месторождений, в ко-

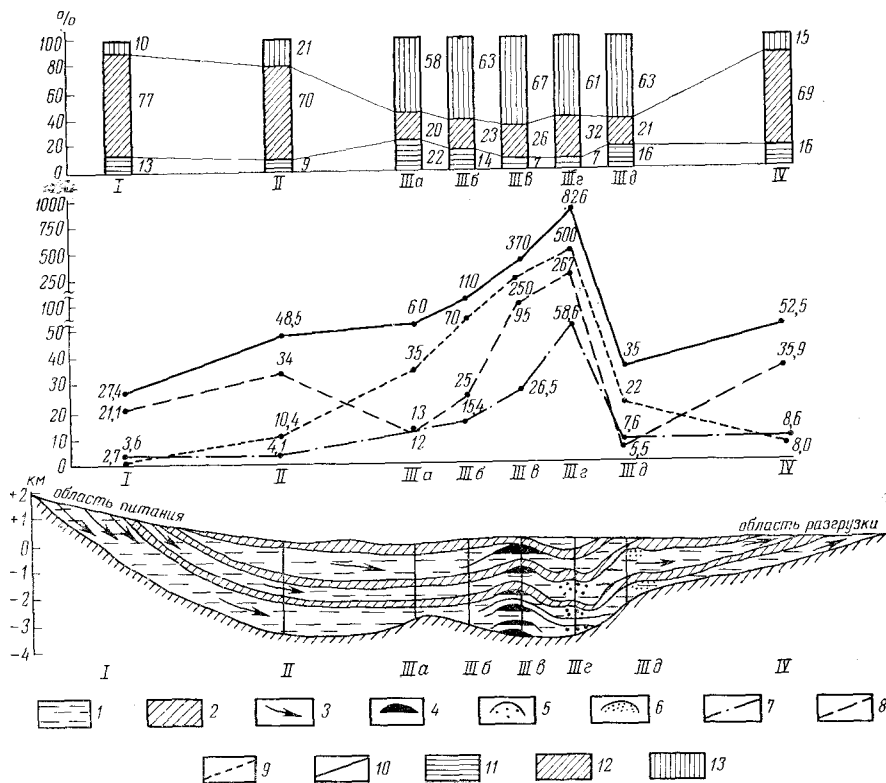


Рис. 1. Изменение содержания $C_{\text{орг}}$ разных классов органических веществ в подземных водах различных областей их формирования. 1 — водоносные пласты, 2 — водоупорные пласты, 3 — направление движения вод, 4 — нефтяные залежи, 5 — газоконденсатные залежи, 6 — газовые залежи, 7 — $C_{\text{орг. нелет}}$, 8 — $C_{\text{орг. лет. нейтр.}}$, 9 — $C_{\text{орг. лет. кисл.}}$, 10 — $C_{\text{орг. общ}}$, 11 — нелетучие органические вещества, 12 — летучие нейтральные органические вещества, 13 — летучие органические кислоты. I — грунтовые воды областей питания, II — межпластовые артезианские воды вне нефтегазовых месторождений, IIIa — воды непродуктивных горизонтов нефтяных месторождений, IIIб — законтурные воды нефтяных месторождений, IIIв — приконтурные воды нефтяных месторождений, IIIг — воды газоконденсатных месторождений, IIIд — воды газовых месторождений, IV — воды областей разгрузки

торых $C_{\text{орг. общ}}$ соответственно составляет 370 и 826 мг/л. Несколько меньше органического вещества содержат законтурные воды и воды непродуктивных горизонтов нефтяных месторождений и воды газовых месторождений (см. также рис. 1). Важно отметить, что несмотря на значительную разницу в содержании $C_{\text{орг. общ}}$ в разных водах нефтегазовых месторождений, природа органического вещества этих вод, вероятно, одинакова. Об этом свидетельствуют очень близкие соотношения трех классов органических веществ: $C_{\text{орг. нелет}}$ 7—22%; $C_{\text{орг. лет. нейтр.}}$ 20—32% и $C_{\text{орг. лет. кисл.}}$ 58—67%.

* В этот класс входят такие летучие вещества, как жирные кислоты, эфиры, низкомолекулярные спирты, ароматические углеводороды, терпены, амины и др. При наших исследованиях $C_{\text{орг. лет. кисл.}}$ рассчитывалось по данным определений летучих органических кислот.

Таблица 2

Содержание органических веществ в подземных водах различных областей
и их распространения (средние данные)

Тип органического вещества	Грунтовые воды	Межпластовые артезианские воды вне нефтегазовых месторождений	Подземные воды нефтегазовых месторождений					Подземные воды областей разгрузки
			закрытые нефтяные залежи	непродуктивных горизонтов нефтяных месторожд.	приконтурые нефтяных месторождений	приконтурые газовых месторождений	приконтурые газоконденсатных месторождений	
С _{орг.} нелет, мг/л	3,6	4,1	15,4	13	26,5	7,6	58,6	8,6
С _{орг.} лет. нейтр, мг/л	21,1	34	25	12	95	5,5	267	35,9
С _{орг.} лет. кисл, мг/л	2,7	10,4	70	35	250	22	500	8
С _{орг.} общ, мг/л	27,4	48,5	110	60	370	35	826	52,5
N _{орг.} мг/л	0,33	1,25	0,60	0,64	1,20	0,68	—	0,68
С _{орг} /N _{орг}	13	24	23	18	40	18	—	24
O _{2ок} /C _{орг}	0,5	0,4	0,7	0,5	0,7	1,0	—	0,9
Жирные кислоты, летучие с водяными парами, мг/л	6,7	60	196	93	510	44	959	25,6
Органические кислоты (прямой метод), мг/л	6,7	26	152	67	487	44,7	1096	20,1
Высокомолекулярные кислоты, мг/л	0,09	0,15	0,5	0,04	0,2	0,05	0,1	0,12
Нафтеновые кислоты (турбидиметрический метод), мг/л	1,9	1,3	6,6	1,4	4,1	0,5	—	2,3
Фенолы, мг/л	1,1	1,2	0,6	1,0	3,0	2,4	—	0,45
Люминесцирующие вещества, % к сумме								
Гумус	55	52	50	52	37	40	57	57
Кислые смолы	19	19	22	19	24	19	26	19
Нейтральные смолы	17	16	13	13	13	16	16	14
Масла	4	7	5	7	3	3	—	—
Углеводороды	4	4	8	5	15	19	1	9
Нафтеновые кислоты	1	2	2	4	8	3	—	1

Таблица 3

Содержание С_{орг.} нелет в подземных водах и С_{орг} в породах различного возраста и состава

Возраст и состав пород	В водах, мг/л ¹	В породах, %
Породы различного возраста ²		
Неоген	14,4	} 0,87
Палеоген	8,3	
Мел	4,2	0,54
Палеозой ³	2,6	0,20—0,37
Породы различного состава ⁴		
Песчано-глинистые	12,4	0,45
Пески	6,4	} 0,20
Песчаники	5,5	
Карбонатные	4,4	0,20
Интрузивные и вулканогенные ⁵	3,2	0,01—0,16

¹ Средние данные по М. Е. Альтовскому (⁸). ² Средние данные по А. Б. Ронову (¹²). ³ Исключены данные по карбону. ⁴ Средние данные по Н. Б. Вассоевичу (¹³). ⁵ Данные для пород Кольского полуострова и Ульяновской обл. по (¹⁴).

Таким образом, всю группу вод нефтегазовых месторождений существенно отличает от других вод преобладание в их составе низкомолекулярных органических кислот. Эти данные находятся в полном соответствии со взглядами В. И. Вернадского, который считал, что специфический химический состав нефтяных месторождений связан с присутствием в них растворенных органических кислот, и в частности жирных кислот (¹¹).

На содержание и распределение органических веществ в подземных водах влияет большое число различных природных факторов. Как было показано, очень важным из них является наличие нефтегазовых залежей. Большое влияние оказывает также обогащенность пород рассеянным органическим веществом, что подтверждает табл. 3.

Таблица 4

Общее количество органического углерода в различных природных объектах

Объекты	C _{орг.} · 10 ¹² т	Источник
Осадочные породы	3,5 · 10 ⁸	(¹³)
Каменный уголь	5	(¹⁷)
Подземные воды	2,5	Наши данные
Мировой океан	2	(¹⁷)
Торф	1	То же
Почвы	0,7	» »
Нефть	0,2	(¹⁸)

Среди других факторов, влияющих на формирование органической составляющей подземных вод, следует называть термо- и гидродинамические, физико-химические, биохимические, геологические, палеогидрогеологические, физико-географические и др. (¹⁵, ¹⁶).

Общее количество органических веществ в подземных водах достаточно велико. Так, если не считать максимальных содержаний органического вещества в ограниченно распространенных приконтурных водах нефтегазовых месторождений, а принять среднюю величину концентрации C_{орг. общ} 50 мг/л, то количество органического углерода в подземных водах 5-километровой зоны стратисферы составит 2,5 · 10¹² т. Это количество соизмеримо с органическим углеродом многих природных объектов и значительно уступает лишь содержанию C_{орг} в осадочных породах (табл. 4).

Таким образом, в общем балансе органического вещества Земли органическая составляющая подземных вод занимает равноправное место среди других природных объектов, что позволяет считать полностью обоснованным и перспективным зарождение и развитие нового направления геологических наук — органической гидрогеохимии (¹⁹, ²⁰).

Всесоюзный научно-исследовательский институт
гидрогеологии и инженерной геологии

Москва

Поступило
1 IX 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ М. Е. Альтовский и др., Органические вещества и микрофлора подземных вод и их значение в процессах нефтеобразования, М., 1962.
- ² А. И. Германов, В. М. Пантелеев, Изв. АН СССР, сер. геол., № 12 (1967).
- ³ А. И. Германов, В. М. Пантелеев, Геохимия, № 3 (1970).
- ⁴ А. И. Германов и др., Изв. АН СССР, сер. геол., № 6 (1970).
- ⁵ Е. Л. Быкова и др., Сов. геол., № 10 (1969).
- ⁶ Е. Л. Быкова и др., Бюлл. МОИП, отд. геол., 41, в. 3 (1966).
- ⁷ Органическое вещество подземных вод и его значение для нефтяной геологии, Е. А. Барс, С. С. Коган (ред.), М., 1967.
- ⁸ М. Е. Альтовский, Гидрогеологические показатели нефтегазоносности, М., 1967.
- ⁹ А. А. Бродовская и др., Экспр.-инф., № 26, Всесоюз. н.-и. инст. экономики, организации производства и технико-экономич. информации в газовой пром., М., 1967.
- ¹⁰ Е. Л. Быкова и др., Методы исследования органических веществ подземных вод, М., 1969.
- ¹¹ В. И. Вернадский, Избр. соч., 4, кн. 2, Изд. АН СССР, 1960.
- ¹² А. Б. Ронов, Геохимия, № 5 (1958).
- ¹³ Н. Б. Вассоевич, В сборн. Генезис нефти и газа, «Наука», 1968.
- ¹⁴ И. А. Петерсилье и др., В кн. Генезис нефти и газа, М., 1967.
- ¹⁵ В. М. Шве́д, Тр. Всесоюз. н.-и. инст. гидрогеол. и инж. геол., нов. сер., № 9 (1964).
- ¹⁶ М. Е. Альтовский, В. М. Шве́д, XXIII сессия Международн. геол. конгр., докл. сов. геол., пробл. 2. Генезис минер. и терм. вод, «Наука», 1968.
- ¹⁷ Б. А. Скопинцев, Тр. Морск. гидрофиз. инст., 19 (1960).
- ¹⁸ В. А. Соколов, Процессы образования и миграции нефти и газа, М., 1965.
- ¹⁹ А. А. Карцев, Основы геохимии нефти и газа, М., 1969.
- ²⁰ Е. Л. Быкова, В. М. Шве́д, Тр. Всесоюз. н.-и. инст. гидрогеол. и инж. геол., ротапр., сер. № 139 (1970).