Ю.О. МАКСИМОВ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАКРЫТОСТИ СТРУКТУР

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины»,
г. Гомель, Республика Беларусь,
maksimow.yura2012@yandex.ru

Важное значение для практиков и ученых, занимающихся нефтегазоносностью Припятского прогиба, придется определению гидрогеологической закрытости структур, поскольку это одно из главных условий формирования состава глубинных вод и в то же время является фактором сохранения или разрушения нефтяных и газовых залежей.

Гидрогеологическая обстановка каждого водоносного горизонта определяется, главным образом, глубиной его залегания, от которой в большей или меньшей степени зависит связь с дневной поверхностью (областями питания и дренажа). Эти же факторы обуславливают режим водообмена и степень закрытости структур.

Решающее значение в обеспечении гидрогеологической закрытости структур придается наличию в недрах мощных региональных водонефтеупоров.

Предложенный П.Г. Альтшулером гидрохимический показатель $Э\frac{Na}{Br}$ / (Н) [2] позволяет ввести количественную оценку гидрогеологической закрытости структур. Он определяется как частное от деления натрий-бромного коэффициента ЭNa/Br к глубине залегания водоносного горизонта Н (м).

Глубина залегания – фактор, определяющий гидродинамическую обстановку. Следовательно, в комплексе действуют два фактора натрий-бромный коэффициент и глубина, а это позволяет судить о наличии региональных водоупоров, характере водообмена, степени сохранности вод, т.е. гидрогеологической закрытости.

В первом приближении считается, что если гидрохимический показатель меньше единицы, то структуру можно отнести к закрытой и в том случае, если гидрохимический показатель больше единицы – структура раскрытая [1].

В условиях Припятской впадины можно применить более дробную классификацию структур по степени гидрогеологической закрытости.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Если гидрохимический показатель меньше 0,1, то структура относится к закрытой, если же гидрохимический показатель изменяется в пределах 0,1 – 1,0, то структура полураскрытая, если гидрохимический показатель больше 1,0 структура раскрытая.

Отмечается увеличение гидрогеологической закрытости с ростом гипсометрической и стратиграфической глубины, что подтверждается величинами гидрохимического показателя как в целом для девонских комплексов, так и по отдельным площадям [1].

Для надсолевого комплекса гидрохимический показатель больше 1,0, а для межсолевого и подсолевого, в основном меньше 0,1 [1].

На Речицкой площади гидрохимический показатель для надсолевого комплекса составляет –21,35, межсолевого –0,07 и подсолевого –0,01 (таблица 1).

Таблица 1 – Результаты химического анализа пластовых вод Речицкой площади

№ скв.	Н (глубина), м	Возраст	Na^+, мг-экв/л	Br^-, мг-экв/л	$Э\frac{Na}{Br}$/ Н, $м^{-1}$	Степень закрытости
1	3163	D_3ptr	1270,5	42,6	0,0094	закрытая
3	631	D_3dn	10060	0,4	39,8574	раскрытая
7	2921	D_2st	1506,83	45,89	0,0112	закрытая
12	2978	$D_3sm\text{-}br$	2329,44	19,32	0,0405	закрытая
12	2978	$D_3sm\text{-}br$	2397,4	32,02	0,0251	закрытая
15	2990	$D_3sm\text{-}br$	2134,1	42,6	0,0168	закрытая
15	2979,5	$D_3sm\text{-}br$	3044,87	4254	0,0002	закрытая
18	2276	$D_3zd\text{-}el$	3658,4	20,03	0,0802	закрытая
19	2291,5	$D_3zd\text{-}el$	3585	21,13	0,0740	закрытая
21	2429,5	$D_3zd\text{-}el$	3434,4	22,2	0,0637	закрытая
62	2758	$D_3sm\text{-}br$	1224	48,2	0,0092	закрытая
75	4606,5	D_3sr	1565,5	60,4	0,0056	закрытая
75	4567	$D_3sm\text{-}br$	1527	62,6	0,0053	закрытая
104	4790	D_3sm	1037,57	74,2	0,0029	закрытая
155	2909,5	D_2pr	2208,08	48,5	0,0156	закрытая
205	1483,5	D_3dn	3658,56	0,87	2,8347	раскрытая

На Осташковичской площади гидрохимический показатель для надсолевого комплекса составляет – 6,88, межсолевого – 0,03 и подсолевого – 0,02 (таблица 2).

Таблица 2 – Результаты химического анализа пластовых вод Осташковичской площади

№ скв.	*H* (глубина), м	Возраст	Na^+, мг-экв/л	Br^-, мг-экв/л	$Э\frac{Na}{Br}$/ Н, $м^{-1}$	Степень закрытости
1	2	3	4	5	6	7
1	2996,5	$D_3zd\text{-}el$	5433,26	30,2	0,0600	закрытая
2	2784	$D_3zd\text{-}el$	2637,32	33,73	0,0281	закрытая
2	2745,5	$D_3zd\text{-}el$	2604,59	82,89	0,0114	закрытая
4	2873	$D_3zd\text{-}el$	2735,55	35	0,0272	закрытая
6	3513	$D_3sm\text{-}br$	2150,31	40,88	0,0150	закрытая
6	3576	$D_3sm\text{-}br$	2653,6	32,8	0,0226	закрытая
6	3513	$D_3sm\text{-}br$	2431,5	36,6	0,0189	закрытая

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
8	2845	*D_3zd-el*	3205,23	33,99	0,0331	закрытая
24	2770	*D_3zd-el*	2635,12	26,97	0,0353	закрытая
25	3035	*D_3zd-el*	2179,47	39,17	0,0183	закрытая
67	2764	*D_3zd-el*	3325,17	36,96	0,0325	закрытая
81	3247	подсоль	3409,97	31,67	0,0332	закрытая
116	662	*C*	1275,74	0,28	6,8825	раскрытая
204	2754	*D_3zd*	3023,06	37,67	0,0291	закрытая
204	2720	*D_3zd*	3377,72	24,83	0,0500	закрытая

На Давыдовской площади гидрохимический показатель для надсолевого комплекса составляет – 3,57, межсолевого – 0,03 и подсолевого –0,01 (таблица 3).

Таблица 3 – Результаты химического анализа пластовых вод Давыдовской площади

№ скв.	Н (глубина), м	Возраст	Na^+, мг-экв/л	Br^-, мг-экв/л	$Э\frac{Na}{Br}$/ Н, $м^{-1}$	Степень закрытости
2	2727	*D_3zd-el*	2473,78	28,62	0,0317	закрытая
4к	385	*P+D_3dn*	164,94	0,12	3,5701	раскрытая
2	3481	*D_3ptr*	1810,08	71,6	0,0073	закрытая
6	2544	*D_3zd-el*	2910,9	33,3	0,0344	закрытая
2	3155	*D_3zd*	1569,8	47	0,0106	закрытая
7	2845	*D_3zd-el*	3137,47	19,5	0,0566	закрытая
10	3243,7	*D_3sm-br*	1734,39	40,39	0,0132	закрытая
9	2651	*D_3zd-el*	2678,9	30,5	0,0331	закрытая
5	3049,5	*D_3sm-br*	1879,9	50,93	0,0121	закрытая
7	3449,9	*D_3sm+vr*	1197,86	56,73	0,0061	закрытая
17	2722	*D_3zd-el*	2424,5	34,6	0,0257	закрытая
13	3495	*D_3ptr*	3214	34,5	0,0267	закрытая
10	2842	*D_3zd-el*	2371,8	35,72	0,0234	закрытая
15	3078	*vr+D_3sm-br*	1932	48,3	0,0130	закрытая
16	2668	*D_3zd-el*	2440,9	34,1	0,0268	закрытая
17	2722	*D_3zd-el*	2597,6	33,7	0,0283	закрытая
18	3038	*vr+D_3sm-br*	1965,6	50,8	0,0127	закрытая
19	3507	*D_3ptr*	1504,5	79,8	0,0054	закрытая
19	2920	*D_3zd-el*	2417,4	34,8	0,0238	закрытая
21	3068	*D_3zd-el*	3256,3	27,9	0,0380	закрытая
22	3001	*D_3zd*	2776,2	29,6	0,0313	закрытая
19	3400	*D_3zd-el*	1447,7	81,28	0,0052	закрытая

На Вишанской площади гидрохимический показатель для межсолевого комплекса – 0,03, подсолевого – 0,02 (таблица 4).

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Таблица 4 – Результаты химического анализа пластовых вод Вишанской площади

№ скв.	Н (глубина), м	Возраст	Na^+, мг-экв/л	Br^-, мг-экв/л	Э $\frac{Na}{Br}$/ Н, $м^{-1}$	Степень закрытости
5	2547,5	*D_3zd-el*	2173,02	21,87	0,0390	закрытая
7	3245	*D_3vr*	1667,9	56,2	0,0091	закрытая
7	2810,5	*D_3zd-el*	2597,4	33,8	0,0273	закрытая
11	3034	*D_3vr*	2441	38,8	0,0207	закрытая
14	3062	*D_3vr*	1826	40,4	0,0148	закрытая
19	2638	*D_3zd-el*	2551	32,7	0,0296	закрытая
2	3032,5	*D_3sr*	1951,07	44,98	0,0143	закрытая
17	2980,5	*D_3sm-br*	2195,8	41,2	0,0179	закрытая
19	3093	*D_3sm-br*	2346,9	42,3	0,0179	закрытая
95	3221	*D_3sm*	2128,58	36,1	0,0183	закрытая

Полураскрытые структуры характеризуются разрушенными залежами. На Октябрьской структуре, имеющей гидрохимический показатель подсолевого комплекса в пределах 0,11 – 0,32, получена тяжелая окисленная нефть. На Северо-Хойникской структуре, гидрохимический показатель которой 0,14, получены примазки окисленной нефти [1].

Раскрытые структуры относятся к бесперспективным в нефтегазоносном отношении, что подтверждается на Ново-Дубровской и Туровской структурах, имеющих гидрохимический показатель межсолевого комплекса соответственно 2,3 и 1,3, на которых не были отмечены признаки нефтегазоносности [1].

Предложенный Ю.П. Ивановым хлор-солевой метод [3] для оценки перспектив нефтегазоносности подсолевых, межсолевых, надсолевых девонских и нижнекаменноугольных отложений, может применяться для оценки нефтеносности отдельных горизонтов локальных структур. Важен для оценки площадей и показателей условий сохранения нефти и газа. С его помощью можно определить характер закрытости структуры, влияющая на сохранность нефтяных залежей. Коэффициенты 0,63 – 0,61 характеризуют гидрогеологические закрытые структуры, 0,61 – 0,59 полураскрытые структуры и меньше 0,59 раскрытые структуры [3].

На Речицкой площади гидрохимический показатель для надсолевого комплекса составляет –0,5975, межсолевого –0,6084 и подсолевого – 0,6273 (таблица 5).

Таблица 5 – Результаты химического анализа пластовых вод Речицкой площади

№ скв.	Интервал опробования	Возраст	*Cl*, г/л	Минерализация, г/л	Хлор-солевой коэффициент	Степень закрытости
1	2	3	4	5	6	7
1	3160-3166	*D_3ptr*	239,7	384,9	0,6227	закрытая
3	612-650	*D_3dn*	154,7	262,0	0,5903	полураскрытая или раскрытая
7	2917-2925	*D_2st*	231,3	363,7	0,6358	закрытая

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
12	2975-2981	D_3*sm-br*	207,2	328,2	0,6315	закрытая
12	2975-2981	D_3*sm-br*	221,9	355,0	0,6250	закрытая
15	2975-3005	D_3*sm-br*	212,7	357,9	0,5942	полураскрытая или раскрытая
15	2975-2984	D_3*sm-br*	236,7	382,1	0,6194	закрытая
18	2262-2290	D_3*zd-el*	200,4	329,6	0,6081	полураскрытая
19	2247-2336	D_3*zd-el*	203,5	333,2	0,6108	закрытая
21	2421-2438	D_3*zd-el*	197,5	333,5	0,5921	полураскрытая или раскрытая
62	2746-2770	D_3*sm-br*	236,2	355,5	0,6643	закрытая
75	4590-4623	D_3*sr*	243,9	390,1	0,6252	закрытая
75	4544-4590	D_3*sm-br*	246,7	393,2	0,6275	закрытая
104	4790	D_3*sm*	248,2	400,4	0,6198	закрытая
155	2886-2933	D_2*pr*	222,6	353,4	0,6300	закрытая
205	1479-1488	D_3*dn*	136,8	226,2	0,6047	полураскрытая

На Осташковичской площади гидрохимический показатель для надсолевого комплекса составляет –0,5654, межсолевого –0,6181 и подсолевого – 0,6165 (таблица 6).

Таблица 6 – Результаты химического анализа пластовых вод Осташковичской площади

№ скв.	Интервал опробования	Возраст	*Cl*, г/л	Минерализация, г/л	Хлор-солевой коэффициент	Степень закрытости
1	2	3	4	5	5	6
1	2923-3070	D_3*zd-el*	209,3	350,8	0,5967	полураскрытая или раскрытая
2	2775-2793	D_3*zd-el*	227,1	365,9	0,6205	закрытая
2	2743-2748	D_3*zd-el*	221,6	357,2	0,6205	закрытая
4	2871-2875	D_3*zd-el*	223,1	359,3	0,6210	закрытая
6	3488-3538	D_3*sm-br*	226,2	366,1	0,6177	закрытая
6	3550-3602	D_3*sm-br*	225,2	369,5	0,6096	полураскрытая
6	3488-3538	D_3*sm-br*	226,1	366,2	0,6175	закрытая
8	2835-2855	D_3*zd-el*	222,3	359,3	0,6188	закрытая
24	2751-2789	D_3*zd-el*	217,0	352,8	0,6153	закрытая
25	3032-3038	D_3*zd-el*	221,2	357,4	0,6190	закрытая
67	2758-2770	D_3*zd-el*	244,6	392,0	0,6239	закрытая

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Окончание таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
81	3222-3272	подсоль	234,0	376,6	0,6212	закрытая
116	657-667	*C*	45,4	80,4	0,5654	раскрытая
204	2743-2765	D_3zd	229,4	368,9	0,6218	закрытая
204	2700-2740	D_3zd	212,0	340,0	0,6235	закрытая

На Давыдовской площади гидрохимический показатель для надсолевого комплекса составляет –0,3285, межсолевого –0,6206 и подсолевого – 0,6184 (таблица 7).

Таблица 7 – Результаты химанализа пластовых вод Давыдовской площади

№ скв.	Интервал опробования	Возраст	*Cl*, г/л	Минерализация, г/л	Хлор-солевой коэффициент	Степень закрытости
1	2	3	4	5	6	7
5к	155-165	надсоль	0,2	0,49	0,3652	раскрытая
6к	220-230	надсоль	0,02	0,12	0,1451	раскрытая
2	2700,4-2753,6	D_3zd-*el*	208,9	341,60	0,6116	закрытая
4к	380-390	$P+D_3dn$	4,6	9,70	0,4752	раскрытая
2	3474-3488	D_3ptr	264,8	420,82	0,6291	закрытая
6	2540-2548	D_3zd-*el*	224,6	360,64	0,6228	закрытая
2	3150-3160	D_3zd	239,3	376,20	0,6361	закрытая
7	2803-2887	D_3zd-*el*	218,2	353,20	0,6178	закрытая
10	3200-3287,4	D_3sm-*br*	234,5	379,78	0,6175	закрытая
9	2642-2660	D_3zd-*el*	215,9	350,10	0,6167	закрытая
5	3010-3089	D_3sm-*br*	233,3	379,00	0,6156	закрытая
7	3433,8-3466	D_3sm+vr	244,1	395,50	0,6171	закрытая
17	2718-2726	D_3zd-*el*	212,2	338,80	0,6263	закрытая
13	3490-3500	D_3ptr	218,2	358,79	0,6081	полураскрытая
10	2827-2857	D_3zd-*el*	223,6	362,00	0,6176	закрытая
15	3051-3105	$vr+D_3sm$-*br*	233,6	380,36	0,6142	закрытая
16	2666-2670	D_3zd-*el*	227,1	361,60	0,6280	закрытая
17	2718-2726	D_3zd-*el*	215,7	345,60	0,6243	закрытая
18	3024-3052	$vr+D_3sm$-*br*	235,0	374,50	0,6275	закрытая
19	2910-2930	D_3zd-*el*	220,0	351,50	0,6258	закрытая
21	3065-3071	D_3zd-*el*	218,4	351,00	0,6221	закрытая
22	2994-3008	D_3zd	218,8	349,70	0,6256	закрытая
6	2888-2972	D_3zd	213,5	346,80	0,6156	закрытая
7	2840-2848	D_3zd	220,1	356,10	0,6179	закрытая
8	2917-2960	D_3zd	213,0	344,60	0,6181	закрытая
9	2642-2660	D_3zd	215,9	350,20	0,6166	закрытая
10	2809-2920	D_3zd	212,4	345,90	0,6142	закрытая
10	2827-2857	D_3zd	223,6	362,00	0,6177	закрытая
17	2718-2726	D_3zd	212,7	344,80	0,6170	закрытая

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6	7
19	2910-2920	*D_3zd*	216,9	351,80	0,6164	закрытая
19	2969-3053	*D_3zd*	217,0	352,00	0,6163	закрытая
31	2714-2740	*D_3zd*	201,7	324,30	0,6218	закрытая
31	2714-2740	*D_3zd*	192,0	303,80	0,6320	закрытая

На Вишанской площади гидрохимический показатель для межсолевого комплекса – 0,6299, подсолевого – 0,6273 (таблица 8).

Таблица 8 – Результаты химического анализа пластовых вод Вишанской площади

№ скв.	Интервал опробования	Возраст	*Cl*, г/л	Минерализация, г/л	Хлор-солевой коэффициент	Степень закрытости
5	2506-2589	*D_3zd-el*	216,37	346,56	0,6243	закрытая
7	3236-3254	*D_3vr*	242,53	387,40	0,6260	закрытая
7	2780-2841	*D_3zd-el*	219,29	349,67	0,6271	закрытая
11	3028-3040	*D_3vr*	222,47	358,00	0,6214	закрытая
14	3048-3076	*D_3vr*	228,28	354,95	0,6431	закрытая
19	2601-2675	*D_3zd-el*	214,38	342,50	0,6259	закрытая
2	3040-3025	*D_3sr*	228,48	368,00	0,6209	закрытая
17	2970-2991	*D_3sm-br*	201,26	321,90	0,6252	закрытая
19	3064-3122	*D_3sm-br*	216,19	345,70	0,6254	закрытая
95	3210-3232	*D_3sm*	201,64	320,47	0,6292	закрытая
5	2506-2539	*D_3zd-el*	216,97	347,60	0,6242	закрытая
7	2726-2841	*D_3zd*	221,00	349,10	0,6331	закрытая
18	3039-3063	*D_3zd*	216,56	349,40	0,6198	закрытая
19	2601-2675	*D_3zd*	197,00	300,90	0,6547	закрытая

Полученные данные по обоим коэффициентам говорят, о высокой степени гидрогелогической закрытости межсолевого и подсолевого комплексов Припятской впадины. Также нужно отметить, более высокую чувствительность и однозначность натрий-бромного коэффициента по сравнению с хлор-солевым. В хлор-солевом коэффициенте встречаются пограничные значения, которые не позволяют однозначно утверждать, что структура раскрытая либо является полураскрытой. В таком случае напрашивается вывод о том, что хлор-солевой метод должен выступать как вспомогательный критерий для определения гидрогеологической закрытости структуры.

При рассмотрении каждого, отдельного взятого комплекса, можно отметить увеличение гидрогеологической закрытости по мере погружения комплекса, что подтверждается гидрохимическими показателями.

Вышеуказанные площади находятся в одной Речицкой-Вишанской зоне поднятий, однако, характеризуется несколько различными геологическим условиями и особенностями химического состава пластовых вод. Раскрытым структурам свойственны рассолы с высоким содержанием сульфатов, незначительным содержанием кальция, микрокомпонентов. В рассолах закрытых структур отмечается преобладание щелочно-земельных металлов над щелочными, выявлены промышленные концентрации микрокомпонентов и незначительное содержание сульфатов.

Степень закрытости структур играет важную роль в сохранении или разрушении нефтяных залежей, в которых эти залежи находятся. В условиях Припятской впадины

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ

нефтяные залежи приуроченые к межсолевым и подсолевым комплексам девонских отложений расположены только в закрытых структурах. К ним относятся Речицкое нефтяное месторождение, Осташковичское месторождение, Давыдовское месторождение, Вишанское месторождение.

Рассмотренные количественные оценки гидрогеологической закрытости недр говорит не только об условиях нахождения флюида в структуре, но и позволяет судить о перспективах нефтегазоносности. Всё это дает возможность отнести гидрохимический показатель гидрогеологической закрытости недр к гидрогеологическим показателям нефтегазоносности.

Список литературы

1 Лавров, А.П. Припятский артезианский бассейн / А.П. Лавров, Л.И. Шаповалов, Ж.А. Герасимов [и др.] // Гидрогеология глубинных зон артезианских бассейнов Белоруссии: сб. науч. тр.– Минск : БелНИГРИ, 1975. – 210 с.

2 Альтшулер, П.Г. О натрий-бромном коэффициенте и гидрогеологической закрытости / П.Г. Альтшулер, А.П. Лавров // ДАН БССР, т. Х1У, №6 – Минск : Наука и техника, 1970 г.

3 Оценка нефтегазоносности девонских и каменноугольных отложений Припятской впадины по гидрогеологическим данным : отчет по научно-исследовательской работе (промежуточный) / ВГФ, ТГФ УГ БССР, УкрГИПРОНИИНефть ; В.Г. Герасимов,В.Г.Жогло, Ю.П.Иванов,Г.А. Сербин – Гомель, 1974. – 111 с., 27 стр. текст, прил.

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ