

УДК 550.822.3

Литолого-структурная характеристика карбонатных отложений фаменско-турнейского яруса нефтяных месторождений юга Пермского Прикамья

В.И. Луппов

Пермский государственный национальный исследовательский университет, 614990, Пермь, ул. Генкеля, 8. E-mail: luprov@psu.ru

(Статья поступила в редакцию 2 ноября 2015 г.)

Представлено распределение литологических разностей карбонатных пород месторождений юга Пермского Прикамья. Установлено, что турнейские отложения сложены преимущественно сгустково-водорослевыми известняками. Лучшими фильтрационно-ёмкостными свойствами ($K_{п} = 12-15\%$, $K_{пр} = (100-200) \cdot 10^{-3} \text{мкм}^2$) характеризуются водорослевые, а худшими ($K_{п} = 8-10\%$, $K_{пр} = (0,1-2) \cdot 10^{-3} \text{мкм}^2$) – сгустковые известняки. Результаты исследований рекомендуются к использованию при геологическом и гидродинамическом моделировании нефтяных залежей.

Ключевые слова: *карбонатные породы, литология, трещиноватость, кавернозность, известняк.*

DOI: 10.17072/psu.geol.31.83

Анализ литологических особенностей проведен по данным микроописаний на примере 1053 образцов 5 месторождений (Кудрявцевского, Аптугайского, Москудьинского, Солдатовского, Софьинского), из которых на турнейские отложения приходится 821 образец, на фаменские – 232 образца. По литолого-структурным особенностям были выделены шесть литотипов: известняки комковатые (Икм), сгустковые (Исг), детритовые (Ид), водорослевые (Ив), фораминиферовые (Иф) и доломиты (Д). Встречаемость их по совокупности всех поднятий приведена в табл. 1, а в пределах отдельных месторождений (поднятий) – в табл. 2.

Турнейские отложения (пласты Т₁–Т₃) сложены преимущественно водорослевыми известняками (34,8%) и сгустковыми (24,7%). В значительном количестве присутствуют также комковатые известняки (16,2%) и детритовые (16,6%), доля всех

остальных типов пород не превышает 8%. Следовательно, турнейские отложения образованы преимущественно сгустково-водорослевыми известняками.

Плотные части разрезов (пласты Т₁–Т₃) по литологическому составу отличаются от пористых. Среди плотных над водорослевыми незначительно преобладают сгустковые известняки (28,7%), а среди пористых, наоборот, – водорослевые (39,0%). Более резкое различие отмечается между нефте- и водонасыщенными частями пластов [4]. Пористые породы нефтенасыщенных частей пластов сложены в большей части водорослевыми известняками (43,9%), а плотные в равном соотношении водорослевыми (30,3%) и сгустковыми (29,9%).

Кроме того, среди плотных существенно увеличивается доля доломитов – до 7% против 0,5% в пористых. Особенно сильно по составу отличаются

Таблица 1. Средняя встречаемость типов карбонатных пород по 5 месторождениям

Литотипы пород	Отложения Т ₁ -Т ₃							Отложения фм			Кавернозные		Трещиноватые	
	Н/ч пласта		В/ч пласта		Н+в/ч пласта		Н+в/ч	Н+в/ч			отл. Т ₁ -Т ₃	отл. фм	отл. Т ₁ -Т ₃	отл. фм
	пористая	плотная	пористая	плотная	пористая	плотная	в целом	пористые	плотные	в целом				
Комковатые	17,5/77	22,4/95	8,3/9	2,8/2	15,7/86	17,3/47	16,2/13,3	47,8/55	15,4/18	31,5/73	25,9/37	18,6/8	23,2/29	34/17
Сгустковые	20,9/92	29,9/60	30,3/33	25,4/18	22,8/125	28,7/78	24,7/203	22,6/26	41/48	30,2/70	11,2/16	30,7/13	26,2/34	42/21
Детритовые	15/66	9,5/19	28,4/31	28,2/20	17,7/97	14,3/39	16,6/136	7,8/9	14,5/17	11,2/26	4,9/7	6,9/3	8,5/11	4/2
Водорослевые	43,9/193	30,3/61	19,3/21	15,5/11	39/214	26,5/72	34,8/286	19,1/22	14,5/17	16,8/39	44,8/64	16,2/7	38,5/50	10/5
Доломиты	0,5/2	7/14	0,9/1	22,5/16	0,5/3	11/30	4/33	2,6/3	12,8/15	7,8/18	6,3/9	27,9/12	2,3/3	8/4
Фораминиферовые	1,8/8	0,5/1	11/12	2,8/2	3,6/20	1,1/3	2,8/2,3	—	1,7/2	0,9/2	4,9/7	—	2,3/3	—
Разные	0,5/2	0,5/1	1,8/2	2,8/2	0,7/4	1,1/3	0,8/7	—	0,9/1	—	2,1/3	—	—	2/1
ИТОГО	440	201	109	71	549	272	821	115	118	232	143	43	130	50

Примечание: числитель – %, знаменатель – образцы, тире – отсутствие керна, н/ч – нефтенасыщенная часть пласта, в/ч – водонасыщенная часть пласта, Н+в/ч – нефтенасыщенная + водонасыщенная части пласта, Т₁-Т₃ – отложения турнейского яруса, фм – отложения фаменского яруса.

Таблица 2. Встречаемость литотипов карбонатных пород в конкретных месторождениях

Тип породы	Н/ч пласта		В/ч пласта		Кавернозные		Трещиноватые	
	Т ₁ -Т ₃	фм	Т ₁ -Т ₃	фм	Т ₁ -Т ₃	фм	Т ₁ -Т ₃	фм
<i>Кудрявцевское месторождение</i>								
Комковатые	Пор.	8,7/9					2,7/1	
	Пл.	1,9/2		3,3/1		14,3/2	2,7/1	
Сгустковые	Пор.	11,8/12					2,7/1	
	Пл.	33,3/34		13,3/4		57,1/8	64,9/24	100/4
Детритовые	Пор.	11,8/12		3,3/1			2,7/1	
	Пл.	5,9/6		50/15		28,6/4	18,9/7	
Водорослевые	Пор.	23,5/24					2,7/1	
	Пл.	3,9/4		30/9			2,7/1	
ВСЕГО		102		30		10,6/14	0,7/1	28/37
<i>Аптугайское месторождение</i>								
Комковатые	Пор.	9/16		11,1/2		6,9/5	4,7/3	
	Пл.	13,5/24				27,8/20	29,7/19	
Сгустковые	Пор.	14/25		22,2/4		1,4/1		
	Пл.	4,5/8		50/9		2,8/2		
Детритовые	Пор.	1,1/2						
	Пл.	2,8/5		5,6/1				

Продолжение табл. 2

Тип породы		Н/ч пласта		В/ч пласта		Кавернозные		Трещиноватые	
		T ₁ -T ₃	фм	T ₁ -T ₃	фм	T ₁ -T ₃	фм	T ₁ -T ₃	фм
Водорослевые	Пор.	18.5/33		11.1/2		5.6/4		3.1/2	
	Пл.	29.2/52				50/36		60.9/39	
Доломиты	Пор.	1.1/2				1.4/1			
	Пл.	6.2/11				4.2/3		1.6/1	
ВСЕГО		178		18		72		64	
<i>Москудыинское месторождение</i>									
Комковатые	Пор.	30.3/27		10.6/5		19/4		27.6/2	
	Пл.	3.4/3						14.3/1	
Сгустковые	Пор.	19.1/17		10.6/5		9.5/2			
	Пл.	1.1/1		2.1/1		4.7/1			
Детритовые	Пор.	33.7/30		21.3/10				14.3/1	
	Пл.	2.2/2		8.5/4		9.5/2		14.3/1	
Водорослевые	Пор.			6.4/3					
	Пл.			2.1/1					
Доломиты	Пор.			2.1/1					
	Пл.	1.1/1		25.5/12		23.8/5			
Фораминиферо- вые	Пор.	7.9/7		4.3/2		14.3/3		28.6/2	
	Пл.			2.1/1		4.8/1			
Другие	Пор.								
	Пл.	1.1/1		4.3/2		14.3/3			
ВСЕГО		89		47		21		7	
<i>Софьинское месторождение</i>									
Комковатые	Пор.	6.0/13	28.4/48			3.7/1	20.7/6	11.8/2	31.6/ 12
	Пл.	4.5/10	6.8/15	0.5/1			0.5/1		0.9/2
Сгустковые	Пор.	9/20	8.1/18	2.3/5	0.5/1	0.9/2	0.9/2		2.7/6
	Пл.	7.2/16	12.2/27	0.9/2	0.5/1		1.4/3	4.1/9	4.5/10
Детритовые	Пор.	9.5/21	3.6/8	2.7/6					
	Пл.	1.8/4	5.4/12			0.5/1	0.9/2		0.5/1
Водорослевые	Пор.	59.3/131	8.1/18	6.3/14	0.9/2	10.4/23	1.8/4	2.3/5	0.5/1
	Пл.	1.8/4	5.4/12	0.5/1	0.5/1		0.5/1	0.5/1	1.4/3
Доломиты	Пор.		0.9/2		0.5/1		0.5/1		
	Пл.		3.6/8	1.8/4	1.4/3		3.6/8		0.9/2
Обломочные	Пор.	0.9/2							
	Пл.		0.5/1				0.5/1		0.5/1
Фораминиферо- вые	Пор.								
	Пл.			0.5/1					
ВСЕГО		221	169	34	9	27	29	17	38
<i>Солдатовское месторождение</i>									
Комковатые	Пор.	24/12	12.2/5	3.9/2	12/2	33.3/3			
	Пл.	12/6	29.3/12		5.9/1	2.2/2	7.1/1	16.7/1	37.5/3
Сгустковые	Пор.	36/18	9.8/4	37.3/19	17.6/3		50/7		
	Пл.	2/1	24.4/10	3.9/2	23.5/4		7.1/1		12.5/1
Детритовые	Пор.	2/1	2.4/1	27.5/14					
	Пл.	4.2	12.2/5					16.7/1	12.5/1
Водорослевые	Пор.	10/5		4/2	11.8/2	11.1/1	14.3/2	16.7/1	
	Пл.	2/1	7.3/3		5.9/1				12.5/1
Доломиты	Пор.								
	Пл.	4/2			23.5/4		21.4/3	33.3/2	25/2

Окончание табл. 2

Тип породы		Н/ч пласта		В/ч пласта		Кавернозные		Трещиноватые	
		Т ₁ -Т ₃	фм	Т ₁ -Т ₃	фм	Т ₁ -Т ₃	фм	Т ₁ -Т ₃	фм
Обломочные	Пор.			3.9/2					
	Пл.								
Фораминиферовые	Пор.	2/1		19.6/10		33.3/3		16.7/1	
	Пл.	2/1	2.4/1						
ВСЕГО		50	41	51	17	9	14	6	8
ИТОГО	Пор.					9.7/53	19.3/23	4.4/24	16.0/19
	Пл.					33.2/90	17.4/21	39.9/18	25.6/31

Примечание: числитель – %, знаменатель – образцы, пор. – пористые, пл. – плотные, н/ч – нефтенасыщенная часть пласта, в/ч – водонасыщенная часть пласта, Т₁-Т₃ – отложения турнейского яруса, фм – отложения фаменского яруса.

водонасыщенные части пластов. Они представлены главным образом сгустковыми (25.4 – 30,3 %) и детритовыми (28.2 – 28.4%) известняками как в пористых, так и в плотных частях разреза. Среди плотных пород в значительном количестве встречаются доломиты (22.5%).

Основное отличие фаменских отложений состоит в том, что в их эффективных частях преобладают комковатые известняки (47.8%), а в плотной – сгустковые (41%). В плотной части, как и в турнейских отложениях, значительно больше доломитов (12.8 против 2.6%).

В заключение следует подчеркнуть, что в целом турнейские отложения сложены сгустково-водорослевыми известняками, а фаменские – сгустково-комковатыми. В плотной части этих отложений характерно увеличение количества доломитов. В сравнении с аналогичными отложениями Соликамской депрессии в пределах Башкирского свода они сложены теми же самыми литотипами карбонатных пород. Однако в Соликамской депрессии по составу они более однородные, т.к. наблюдается резкое преобладание сгустково-комковатых известняков (75%), а доля всех остальных, как и доломитов, второстепенная [7].

Встречаемость литотипов пород в пределах конкретных месторождений не всегда подчиняется общей закономерности, описанной выше для пластов в целом (табл.2). Так, среди турнейских отложе-

ний Москудьянского месторождения преобладают детритовые и комковатые известняки, а на Софьинском – комковато-сгустковые. Кроме этого, на этих месторождениях отмечается повышенное количество доломитов в водонасыщенных частях (23.3 – 25.5%).

Кавернозность и трещиноватость пород. По макроописаниям керна в турнейско-фаменских отложениях отмечаются кавернозность, а также иногда значительная микро- и макротрещиноватость как, например, на Аптугайском месторождении. Относительно встречаемости их в различных литологических типах пород можно отметить следующее (табл. 1): в турнейских отложениях кавернозными являются водорослевые известняки (44.8%), чаще всего встречающиеся, и в подчиненном количестве – комковатые (25.9%), в фаменских – преимущественно сгустковые (30.7%), хотя преобладают в них преимущественно комковатые, и доломиты (27.9%).

Трещиноватость пород в турнейских отложениях в первую очередь свойственна водорослевым известнякам (38.5%) и сгустковым (26.2%), а в фаменских – сгустковым (42%) и комковатым (34%). Следует подчеркнуть несколько меньшую склонность пористых пород к трещинообразованию в сравнении с кавернозностью.

Согласно табл.2, можно говорить о сильном колебании количества кавернозных пород (до 57% на Кудрявцевском ме-

сторождении) среди отдельных литологических типов в пределах конкретных месторождений и о преимущественной приуроченности их к плотным частям разрезов. Именно это можно сказать относительно трещиноватости. В плотных породах на трещиноватые разности приходится иногда до 60.9 – 64.9% (Аптугайское и Кудрявцевское месторождения), а в пористых не более 27.6 – 28.6% (Москудьинское месторождение). В турнейских отложениях в среднем трещиноватых пород среди пористых 4.4%, а среди плотных – 39.9%. В фаменских отложениях среди пористых и плотных пород на трещиноватые приходится соответственно 16.0 и 25.6%. Что касается кавернозности, то в плотных породах турнейских отложений её доля также высока – 33.2 против 9.7% в пористых. В фаменских отложениях кавернозные породы среди плотных и пористых встречаются примерно в одинаковом количестве, соответственно 17.4 и 19,3%.

Отдельно по каждому месторождению и пласту в целом встречаемость трещиноватых, кавернозных, а также одновременно трещиноватых и кавернозных пород выше ВНК (по данным 836 образцов керна) представлена в табл.3. Полученные результаты также подтверждают крайнюю неравномерность развития трещиноватости и кавернозности [10]. Это проявляется в том, что степень интенсивности их неодинакова как на отдельных месторождениях, так и в породах разновозрастных отложений [3]. Например, трещиноватость характерна для турнейских отложений Кудрявцевского (51,5 – 90%) и Аптугайского (57,1%) месторождений и фаменских – на Кудрявцевском (66,7%). В целом она достаточно высокая и больше всего свойственна пл. Т₂ (49,1 %) и Т₃ (37,3%). Именно это можно сказать и о проявлении кавернозности. Но в целом по кавернозности выделяется пл. Т₂, где она достигает 43,1%. Породы одновременно кавернозные и трещиноватые встречаются значительно реже. В данном случае резко выделяются пл. Т₂ на Аптугайском

месторождении, где на них приходится значительная доля (55,6 %), и пл. Т₃ на Кудрявцевском, где таких пород 40%.

Резюмируя полученные данные, нужно подчеркнуть, что трещиноватость и кавернозность плотных турнейских отложений выше в сравнении с подобными отложениями фаменских, причем выделяется среди них по этим признакам пл.Т₂. В пористых породах наблюдается обратное соотношение, более трещиноватыми и кавернозными являются фаменские отложения.

Установленные особенности могут свидетельствовать: во-первых, деформационным напряжениям в большей степени подвержены турнейские отложения [2,9]; во-вторых, наиболее интенсивно трещиноватость проявлялась в плотных породах и особенно в турнейских отложениях; в-третьих, системы трещиноватости фаменских и турнейских отложений различаются, в первом случае – она была совершенней гидродинамически, что обеспечило более активное кавернообразование в фаменских отложениях [8].

Особенность проявления трещиноватости состоит в том, что её максимальные значения тяготеют к центральным зонам купольных поднятий. Примером могут служить скв. 19 на Кудрявцевском куполе, где на трещиноватые породы приходится от 66 до 90%, скв. 42 на Западно-Кораблевском (100%), скв. 4 на Аптугайском (до 94,7%), скв. 93 на Солдатовском (31,9%), скв. 63 на Софьинском (до 72,7%). В меньшей степени трещиноватые породы развиты на крыльях поднятий: в скв. 40 и 51 Кудрявцевского месторождения до 20%, в скв. 39 и 48 Солдатовского – соответственно до 45,5 и 20%.

Минимальная встречаемость или полное отсутствие трещиноватых пород наблюдается в мультисекционных участках между куполами: в скв. 138 Западно-Кораблевского поднятия – 13,3%, в скв. 156 Аптугайского – 0,0%, в скв. 37 и 38 Солдатовского соответственно 4,8 и 0,0%. Отмеченную приуроченность

Таблица 3. Встречаемость трещиноватых и кавернозных пород на различных структурах

Месторождение, поднятие	Трещиноватые				Кавернозные				Кавернозно-трещиноватые				скв. / образец
	Пл. Т ₁	Пл. Т ₂	Пл. Т ₃	Пл. фм	Пл. Т ₁	Пл. Т ₂	Пл. Т ₃	Пл. фм	Пл. Т ₁	Пл. Т ₂	Пл. Т ₃	Пл. фм	
Кудрявцевский купол	9.6/52	51.5/17/93	90/9/10	66.7/4/6	0.0/0/52	18.2/6/33	40/4/10	16.7/1/6	0/0/52	18.2/6/33	40/4/10	0/0/6	7/101
Зап. Кораблевское поднятие	7.1/2/28	—	100/3/3	—	2.7/1/37	—	100/3/3	—	2.7/1/37	—	10/3/3	—	4/31
Аптугайское месторождение	14.6/13/89	57.1/36/63	0/0/3	—	4.5/4/89	58.7/37/63	0/0/3	—	1.1/1/89	55.6/35/63	0/0/3	—	6/155
Москудьинское месторождение	15/3/20	20/4/20	—	—	30/6/20	35/7/20	—	—	0/0/20	0/0/20	—	—	10/20
Солдатовское месторождение	2.1/4/194	—	24.4/11/45	24.2/40/165	12.4/2/4/194	—	6.7/3/45	14.5/24/165	0.5/1/194	—	0/0/45	5.5/9/165	14/404
Софьинское месторождение	4.5/2/44	—	35.7/5/14	19.1/9/47	9.1/4/44	—	21.4/3/14	19.1/9/47	2.3/144	—	0/0/14	4.3/2/47	5/105
Все месторождения	6.8/29/427	49.1/57/116	37.3/28/75	24.3/53/218	8.9/39/436	43.1/53/116	17.3/13/75	15.6/34/218	0.9/4/436	35.41/116	9.3/7/75	5.1/11/218	46/816

Примечание: числитель – %, знаменатель – количество трещиноватых или кавернозных образцов и общее количество проанализированных обр., тире – отсутствие зерна, Т₁–Т₃ – отложения турнейского яруса, фм – отложения фаменского яруса.

трещиноватости в структурно-тектоническом плане следует считать типичной особенностью карбонатных отложений [1,5]. Связь трещиноватости с наиболее изогнутыми и крутыми элементами антиклинальных и флексуобразных структур отмечена на Карачаганакском месторождении [6]. Наличие ее подтверждается и изменением скоростей акустических волн в плане [1] и оптико-поляризационным моделированием распределений упругих деформаций [6]. Во всех исследованиях образование зон разуплотнения наблюдается, как правило, непосредственно над купольными зонами поднятий.

В конкретных скважинах повышенной трещиноватости в большинстве случаев сопутствует и увеличение кавернозности. Это характерно для скв. 19 Кудрявцевского поднятия, для скв. 45 Солдатовского, для скв. 63 Софьинского. Однако в отличие от трещиноватости интенсивное развитие кавернозности свойственно иногда и крыльевым частям поднятий. Одновременное сочетание кавернозных и трещиноватых пород отмечается только в еди-

ничных скважинах: в скв.19 на Кудрявцевском поднятии, в скв.45, 91 и 93 на Солдатовском, в скв.63 на Софьинском.

Таким образом, результаты изучения литолого-коллекторских особенностей фаменско-турнейских карбонатных пород сводятся к следующему. В пределах южной платформенной части Пермского Прикамья турнейские отложения сложены преимущественно сгустково-водорослевыми известняками. Среди пористых пород преобладают водорослевые, а среди плотных – сгустковые, водонасыщенные части пластов представлены сгустково-детритовыми известняками.

Выражаю благодарность сотрудникам Центра исследования зерна и пластовых флюидов (г. Кунгур) за любезно предоставленные материалы.

Библиографический список

- 1 Ахметов Р.Т. Определение литологического состава и пористости карбонатных пород путем анализа диаграмм комплекса ГИС в масштабе пористости//Тр. БашНИ-Пнефть. Уфа, 1996. С.37–47.

2. Багринцева К.И. Особенности формирования и свойства карбонатных коллекторов сложного строения//Особенности строения и формирования сложных коллекторов: сб. науч.тр. ВНИГНИ. 1982. Вып.239. С.3–21.
3. Бетехин А.Г. Минералогия. М.: Госгеолиздат, 1950. С.580.
4. Богомолова А.Ф., Глазова В.М. Роль начальной водонасыщенности коллекторов в процессе извлечения нефти//НТО. Сер. Нефтепромысловое дело/ВНИИОЭНГ. М., 1975. 98с.
5. Гудок И.С., Богданович Н.Н., Мартынов В.Г. Определение физических свойств нефте-водосодержащих пород. М.: Недра, 2007. 672с.
6. Добрынин В.М., Вендельштейн Б.Ю., Кожевников Д.А. Петрофизика. М.: Недра, 1981. 234с.
7. Митрофанов В.П. Особенности фильтрационно-ёмкостных свойств карбонатных коллекторов Соликамской депрессии/ВНИИОЭНГ. М., 2001. 113с.
8. Оришинская Н.Н., Бондарчук А.П. Оценка коллекторов в сульфатно-карбонатном комплексе девона в Преддобружии//Нефтяная и газовая промышленность. 1989. №3. С.21–23.
9. Перькова Я.Н. Влияние различных факторов литогенеза на коллекторские свойства карбонатных отложений Астраханского газоконденсатного месторождения. //Особенности строения и формирования сложных коллекторов: сб. науч.тр. ВНИГНИ. Вып.239. С.37–46.
10. Тульбович Б.И. Методы изучения пород-коллекторов нефти и газа. М.: Недра, 1979. 168с.

The Lithologic Structural Characteristics of Carbonate Rocks of Famennian- Tournaisian Oil Fields, Southern Perm Prikamye

V.I. Luppov

Perm State University, 8 Genkelya Str., Perm 614990, Russia. E-mail:

luppov@psu.ru

The article presents the study of distribution of the lithological characteristics of carbonate rock of the oil deposits of the southern part of Perm Prikamye. The study revealed that Tournaisian deposits are predominantly composed of the nodular algal limestone. Predominantly algal limestone has the highest permeability and porosity, but predominantly nodular limestone is characterized by lower reservoir properties. Recommendation for usage of results of study for geological and geodynamic modelling of oil reservoirs is given.

Key words: *carbonate rocks, lithology, fracture, cavernosity, limestone.*

References

1. Akhmetov R.T. 1996. Opredelenie litologicheskogo sostava i poristosti karbonatnykh porod putem analiza diagramm kompleksa GIS v masshtabe poristosti [Determination of the lithological composition and porosity of carbonate rock using an analysis of borehole logging diagrams in the porosity scale]. In Trudy BashNIPIneft, Ufa, pp.37–47. (in Russian)
2. Bagrintseva K.I. 1982. Osobennosti formirovaniya i svoystva karbonatnykh kollektorov slozhnogo stroeniya [Particularities of formation and properties of carbonate reservoirs of complicated structure]. In Osobennosti stroeniya i formirovaniya slozhnykh kollektorov. Sb. nauchn.tr. VNIIGNI, 239: 3–21. (in Russian)
3. Betekhin A.G. 1950. Mineralogiya [Mineralogy]. Gosgeolizdat. Moskva, p. 580. (in Russian)
4. Bogomolova A.F., Glazova V.M. 1975. Rol nachalnoy vodonasyschennosti kollektorov v processe izvlecheniya nefi [Role of initial water saturation of reservoirs in the process of oil recovery]. NTO, Ser. Neftepromyslovoye delo, 1975. 98s.

- lovoe delo. VNIOENG, Moskva, p. 98. (in Russian)
5. *Gudok I.S., Bogdanovich N.N., Martinov V.G.* 2007. Opredelenie fizicheskikh svoystv nefte-vodosoderzhashchikh porod [Determination of physical properties of the oil-water-bearing rock]. Nedra, Moskva, p. 672. (in Russian)
 6. *Dobrynin V.M., Vendelshtein B.Yu., Kozhevnikov D.A.* 1981. Petrofizika [Petrophysics]. Nedra, Moskva, p. 234. (in Russian)
 7. *Mitrofanov V.P.* 2001. Osobennosti filtratsionno-emkostnykh svoystv karbonatnykh kollektorov Solikamskoy depressii [Particularities of permeability and porosity properties of carbonate reservoirs of Solikamskaya Depression]. VNIOENG, Moskva, p. 113. (in Russian)
 8. *Orshinskaya N.N., Bondarchuk A.P.* 1989. Otsenka kollektorov v sulfatno-karbonatnom komplekse devona v Preddobruzhii [Reservoirs estimation in the sulfate-carbonate Devonian complex of Pre-Dobrogea]. Neftyanaya i gazovaya promishlennost. 3: 21–23. (in Russian)
 9. *Perkova Ya.N.* 1982. Vliyaniye razlichnykh faktorov litogeneza na kollektorskie svoystva karbonatnykh otlozheniy Astrakhanskogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya [Influence of different lithogenic factors on the reservoir properties of carbonate rock of the Astrakhan gas-condensate deposit]. Osobennosti stroeniya i formirovaniya slozhnykh kollektorov. Sb. nauchn.tr. VNIGNI. 239: 37–46. (in Russian)
 10. *Tulbovich B.I.* 1979. Metody izucheniya porod-kollektorov nefi i gaza [Methods of study of oil-and-gas reservoirs]. Nedra, Moskva, p. 168. (in Russian)