

УДК 552.578.2.061.4

А.А. Ефимов, О.Е. Кочнева

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Россия

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЕМИСТОСТИ ОТЛОЖЕНИЙ
БАШКИРСКОГО ЯРУСА СИБИРСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
В РАЗЛИЧНЫХ ФАЦИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ**

Представлены результаты исследований влияния фациальных условий на приемистость пласта Бш Сибирского месторождения. В качестве материалов для исследования были использованы данные описания керна, результатов каротажа и промысловых исследований скважин.

Полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что в карбонатных отложениях башкирского яруса Сибирского месторождения принимающие пропластки приурочены к фациям поселений различных морских организмов.

Ключевые слова: керн, карбонатные отложения, фациальные особенности, циклиты, приемистость, геофизические исследования скважин.

A.A. Efimov, O.E. Kochneva

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia

**INVESTIGATION OF DEPOSITS INJECTIVITY BASHKIR LAYER
IN VARIOUS FIELDS OF SIBERIAN FACIES CONDITIONS**

The method of lithologic-and-facies analysis of carbonate deposits is presented in the paper. Estimation of the influence of facies affiliation on injectivity of the intervals of Bsh layer of Siberian field, located in Perm region, was carried out. Data of core, results of borehole and downhole logging were used as research material.

The obtained results prove that the carbonate sediments of the Bashkir tier Siberian deposit taking streaks confined to the settlements of different facies of marine organisms.

Keywords: core, carbonate deposits, facies peculiarities, cycclitis, injectivity, well survey.

Оценка величины коэффициента извлечения нефти (КИН), определяя проектные и производственные решения при разработке нефтяных месторождений во многом обусловлена геолого-гидродинамической моделью [3].

Цели данной работы следующие: установление фациальной принадлежности карбонатных отложений башкирского яруса и оценка её влияния на приемистость нефтяного пласта Бш Сибирского месторож-

дения [1]. Выбор в качестве объекта изучения отложений башкирского яруса связан с тем, что эти отложения горных пород являются коллекторами сложного строения, характеризующиеся низкими значениями коэффициентов нефтевытеснения ($K_{\text{выт}}$).

Для достижения поставленных целей необходимо решение следующих задач:

- проведение литолого-фациального анализа отложений горных пород по керну;
- расчленение башкирской карбонатной толщи на подъярусы, горизонты и более мелкие слои;
- корреляция башкирских отложений;
- оценка влияния фациальной приуроченности на приемистость пропластков.

Имеющиеся в распоряжении авторов статьи данные позволили наметить на месторождении геологический профиль в субширотном направлении. В связи с тем, что установление фациальной принадлежности отложений горных пород возможно только по керну, выбор скважин на профиле осуществлялся таким образом, чтобы скважина, пробуренная без отбора керна, находилась между скважинами, в которых керн отбирался. На профиле геофизическими исследованиями были охвачены все скважины, в то время как данные по керну имелись только для скважин 150 и 44, а промысловые геофизические исследования (расходомерия) были проведены в скважинах 572 и 364. Скважина №43 – это скважина, по которой имелись данные как по керну, так и по расходомерии.

На первом этапе исследований был проведен литолого-фациальный анализ данных по керну. По результатам анализа микроструктур карбонатных пород строилась структурная кривая.

Согласно региональным стратиграфическим схемам Русской платформы (1988 г.) башкирский ярус подразделяют на горизонты: вознесенский, краснополянский, северокельтменский, прикамский, черемшанский, мелекесский. По данным ГИС и описанию кернового материала для Сибирского месторождения были выделены башкирский ярус и пласт-коллектор Бш. Для более детального расчленения карбонатной толщи башкира, с целью дальнейшей корреляции принимающих пропластков, авторами статьи был использован циклический анализ.

Из ранее опубликованных работ [4, 5] башкирскому ярусу отвечают два региональных циклита: B_1 и B_2 , каждый из которых соответствует подъярусу. Нижнебашкирский регоциклит (B_1) включает в себя два субрегиональных циклита (I–II СБРГЦ), состоящих из 5 ЭЛЦ, причем I СБРГЦ представлен не в полном объеме – его нижняя часть (вознесенский и краснополянский горизонты) выпадает из разреза в связи с перерывом в осадконакоплении. Верхнебашкирский регоциклит (B_2) включает в себя также два субрегиональных циклита (III–IV СБРГЦ), состоящих из 5 ЭЛЦ.

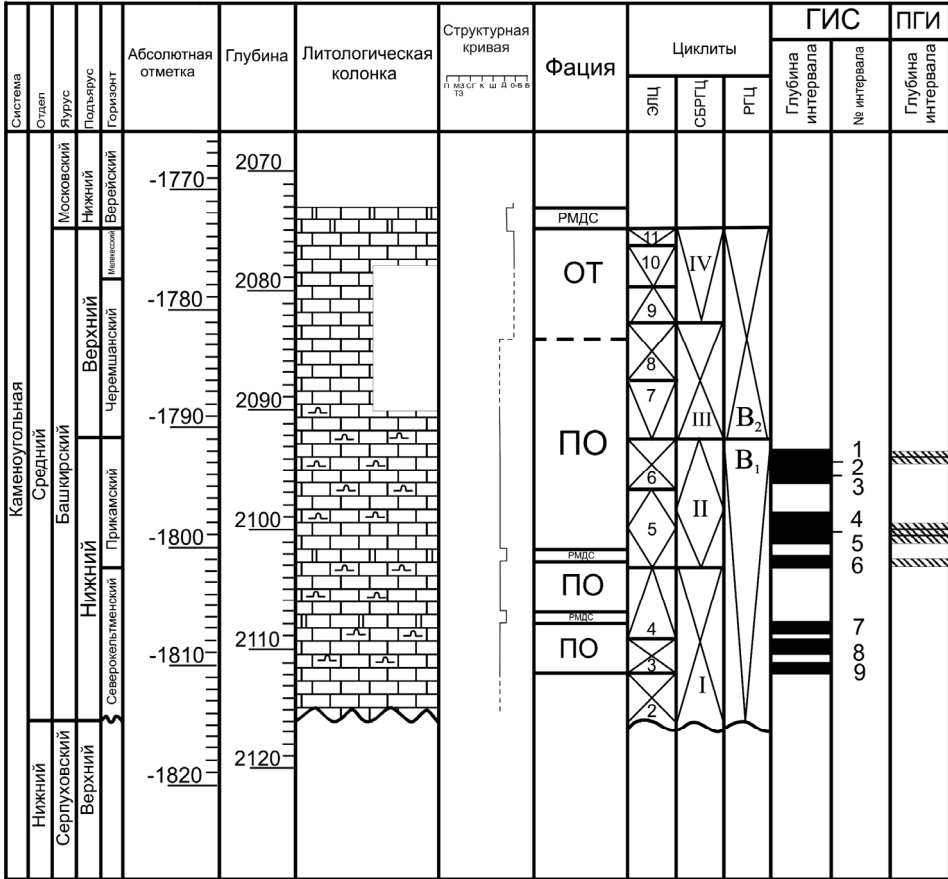
Анализ кернового материала башкирских отложений, как и результаты, ранее проведенных сотрудниками ПНИПУ в этом направлении научно-исследовательских работ [5], позволяют утверждать, что фации, к которым принадлежат карбонатные отложения башкирского яруса Сибирского месторождения, следует отнести к группе морских-мелководных открытого моря (M^M).

Среди фаций M^M по положению относительно береговой линии, по гидродинамическим особенностям и глубинам можно выделить фации отмелей (ОТ), фации поселений различных организмов (ПО), фации относительно ровного морского дна (РМД), включающие фации ровного морского дна со спокойным гидродинамическим режимом (РМДС) и с подвижным гидродинамическим режимом (РМДП) [1].

Изучение кернового материала дает представление о вещественном составе пород, их структуре, текстуре, органических остатках, но в большинстве случаев эта информация дискретна и не характеризует весь разрез скважины по причине недостаточного количества керна. Более полную информацию о литологических разностях пород по всему стволу скважины дает привлечение данных каротажа [2]. Для карбонатных отложений наиболее информативными являются гамма-каротаж (ГК) и нейтронный гамма-каротаж (НГК). Анализ конфигураций диаграмм ГИС позволил выделить в разрезе следующие литологические разности пород: доломит, известняк доломитизированный, известняк плотный, известняк проницаемый (коллектор), известняк глинистый, мергель.

На основе проделанной работы по скважинам были построены литолого-стратиграфические колонки с выделенными циклитами, фациями, интервалами пород-коллекторов и принимающих пропластков. На рис. 1 представлен разрез карбонатной толщи башкира в скважине № 43.

Скв. № 43



Условные обозначения:

- | | | | | |
|--|------------------------------|----------------|--|--------------|
| | известняк водорослевый | ЦИКЛИТЫ | | проциклит |
| | известняк доломитизированный | | | рециклит |
| | интервал с отбором керна | | | про-рециклит |
| | интервал без отбора керна | | | ре-проциклит |
| | перерыв в осадконакоплении | | | |
| | пропласток по ГИС | | | |
| | принимающий интервал по ПГИ | | | |

Рис. 1. Литолого-стратиграфическое расчленение карбонатных отложений башкирского яруса (скв. № 43)

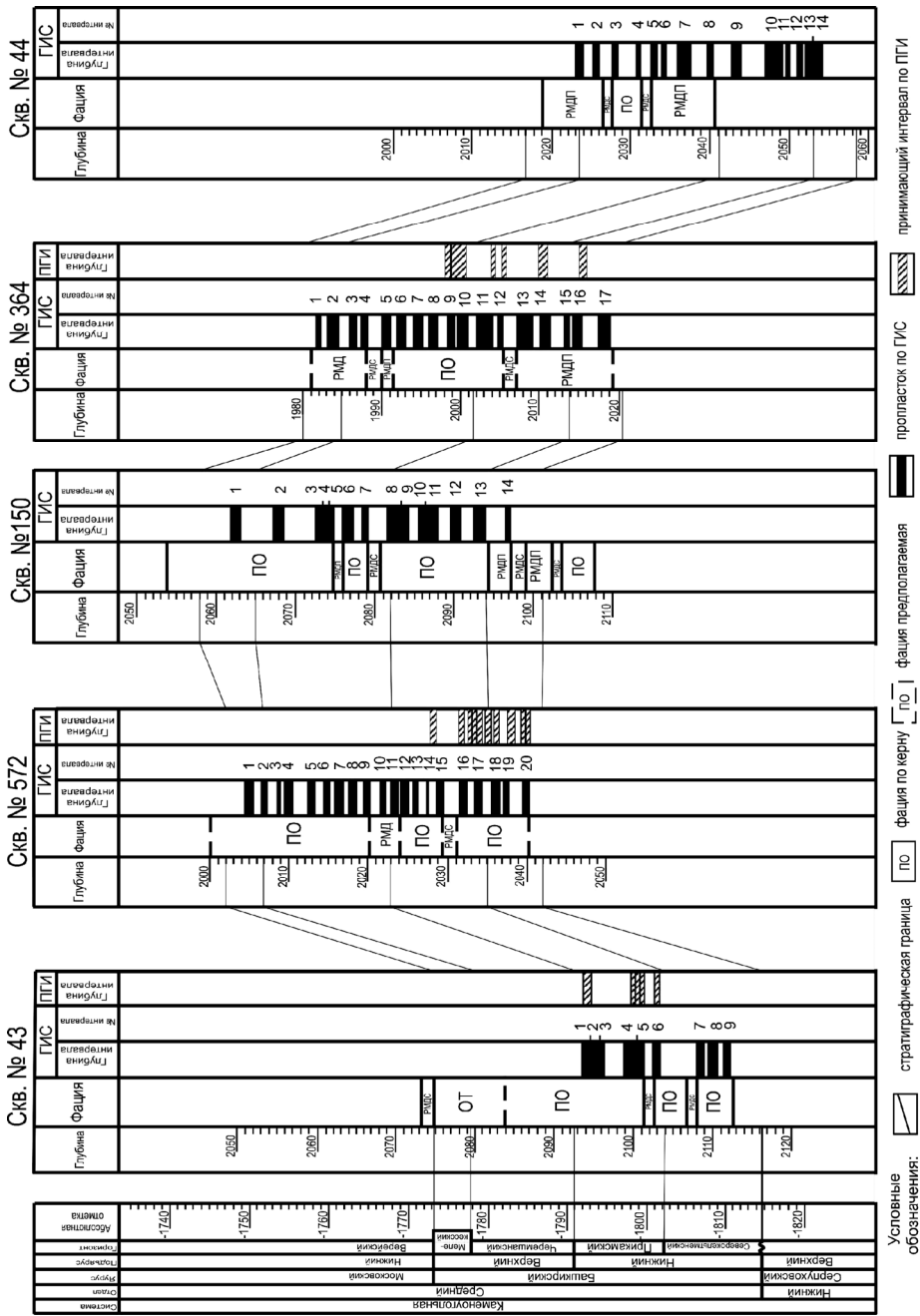


Рис. 2. Корреляционная схема разрезов карбонатной толщи башкирского яруса по линии геологического профиля

Далее была проведена корреляция разрезов скважин. Основной целью этого этапа работ было установление фациальной принадлежности отложений горных пород в скважинах, по которым имелись данные о расходомерии, но отсутствовали данные по керну. Выявление фациальной принадлежности принимающих пропластков основывалось на установленных ранее циклических закономерностях образования карбонатной толщи горных пород, формирующих нефтяной пласт Бш Сибирского месторождения (рис. 2).

Как видно из корреляционной схемы, смена фаций в разрезе скважин указывает на увеличение глубин обстановок осадконакопления в направлении с запада на восток. Так, фации отмелей присутствуют только в скв. № 43, в скважинах, расположенных западнее, основное положение занимают фации поселений различных организмов, с постепенным замещением их в двух последних скважинах фациями ровного морского дна, преимущественно с подвижным гидродинамическим режимом. Анализ фациальной принадлежности принимающих пропластков указывает на то, что интервалы соответствуют, как правило, фациям ПО, за исключением скв. № 364, где пятый и шестой интервалы приурочены к фациям РМДП.

Для количественной оценки принимающих пропластков по скважинам воспользуемся таблицей, в которой представлены поинтервальные значения коэффициентов приемистости (по ПГИ) и пористости (по ГИС).

Поинтервальные значения коэффициентов приемистости и пористости

Скв. №	№ интервала (по ГИС)	$K_p, \%$	$\hat{E}_{i\text{де}ai}^{\text{О}A}, \text{ м}^3/\text{сут}/\text{МПа}\cdot\text{м}$
43	1	10,7	4,0
	2	12,4	5,2
	3	7,9	0
	4	8,6	1,0
	5	9,1	4,9
	6	9,1	1,8
	7	7,2	0
	8	8,4	0
	9	8,5	0
572	1	11,1	0
	2	11,0	0
	3	7,4	0
	4	12,7	0

Окончание таблицы

Скв. №	№ интервала (по ГИС)	$K_{п}, \%$	$K_{прим}^{уд}, м^3/сут/МПа·м$	
572	5	8,3	0	
	6	7,3	0	
	7	7,5	0	
	8	11,8	0	
	9	8,8	0	
	10	7,2	0	
	11	11,8	0	
	12	12,7	0	
	13	7,4	0	
	14	7,3	0	
				2,8
	15	11,6	0	
	16	11,4	2,8	
				0,3
	17	10,0	0,7	
				2,4
	18	11,1	0,8	
	19	7,5	0	
				5,2
	20	7,3	3,3	
364	1	13,2	0	
	2	15,9	0	
	3	13,6	0	
	4	7,8	0	
	5	7,8	0	
	6	14,8	0	
	7	15,6	0	
	8	12,4	0	
	9	14,5	3,8	
	10	14,2	0,9	
	11	15,4	0,5	
	12	7,6	0,5	
	13	11,0	0	
	14	13,6	0,5	
	15	7,5	0	
	16	11,1	0,5	
	17	10,3	0	

Примечание. В столбце, где приведены значения удельного коэффициента приемистости, 0 соответствует тому, что пропласток не принимает.

Как видно из таблицы, принимающие пропластки не всегда соответствуют проницаемым пропласткам, выделенным по каротажу скважин. Следует отметить, что пропластки, приуроченные к фациям ПО и РМДП, являются хорошими коллекторами (среднее значение $K_{п} = 10,6 \%$ при размахе 7,2–15,9 %), в то время как карбонатные отложения фаций РМДС являются низкопористыми.

На основании полученных результатов можно сделать выводы:

- 1) циклиты в комплексе с ГИС позволяют условно выделить горизонты в интервалах, в которых отсутствуют данные по керну;
- 2) в карбонатных отложениях башкирского яруса Сибирского месторождения принимающие пропластки приурочены к фациям ПО;
- 3) установленные по материалам ГИС проницаемые пропластки не во всех случаях соответствуют принимающим пропласткам, что необходимо учитывать при построении геолого-гидродинамической модели месторождения.

Библиографический список

1. Ефимов А.А., Кочнева О.Е. Использование фациальных особенностей карбонатных отложений Сибирского месторождения для исследования связей между коэффициентами пористости и проницаемости // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2010. – № 12. – С. 15–18.
2. Косков В.Н., Косков Б.В. Геофизические исследования скважин и интерпретация данных ГИС: учеб. пособие. – Пермь: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2007. – 317 с.
3. Опыт применения методики оценки коэффициента нефтевытеснения при проектировании разработки нефтяных месторождений Пермского края / Г.П. Хижняк, Т.Б. Поплаухина, С.В. Галкин, А.А. Ефимов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2009. – № 8. – С. 42–45.
4. Шестакова М.Ф. Башкирские отложения бассейна р. Чусовой в районе пос. Староуткинска // Опорные разрезы карбона Урала: сборник статей по вопросам стратиграфии № 26. – Свердловск, 1979. – С. 41–47.
5. Щербакова М.В. Опорные разрезы палеозоя Вишерского Урала. Ч. I: Скважины / М.В. Щербакова, О.А. Щербаков, П.М. Китаев, О.Е. Кочнева, Н.С. Вечеринская, В.И. Дурникин; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2002. – 161 с.

References

1. Efimov A.A. Using the facial features of carbonate deposits of the Siberian fields to study the relationships between porosity and permeability coefficients / A.A. Efimov, O.E. Kochneva // *Geology, geophysics and development of oil and gas fields*. – 2010. – № 12. – P. 15–18.

2. Koskov V. N., Koskov B.V. Well logging and interpretation of GIS data – manual / B. V. Koskov; PSTU. – Perm, 2007. – 317 p.

3. Hizhnjak G.P. Experience of application methodology for assessing the coefficient of oil displacement in the design of the development of oil deposits of Perm Krai / Hizhnjak G.P., Poplauhina T.B., Galkin S.V., Efimov A.A. // *Geology, geophysics and development of oil and gas fields*. – 2009. – № 8. – P. 42–45.

4. Shestakova M.F. Bashkirian deposits Chusovaya River near the village Staroutkinska // *Support incisions Carboniferous of the Urals: a collection of articles on the stratigraphy* №26. – Sverdlovsk, 1979. – P. 41–47.

5. Werbakova M.V. Support incisions Vishera Paleozoic of the Urals. Vol. I: Wells / M.V. Werbakova, O.A. Werbakov, P.M. Kitaev, O.E. Kochneva, N.S. Vecherinskaja, V.I. Durnikin; PSTU – Perm, 2002. – 161 p.

Об авторах

Ефимов Артём Александрович (Пермь, Россия) – аспирант кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский просп., 29, e-mail: lpfi@pstu.ru).

Кочнева Ольга Евгеньевна (Пермь, Россия) – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии нефти и газа Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский просп., 29, e-mail: Olgakochneva777@yandex.ru).

About the authors

Efimov Artem Alexandrovich (Perm, Russia) – graduate, Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia (29, Komsomolsky avenue, Perm, Russia, 614990 e-mail: lpfi@pstu.ru).

Kochneva Olga Evgenyevna (Perm, Russia) – Candidate of Geological-and-Mineralogical Sciences, lecturer Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russia (29, Komsomolsky avenue, Perm, Russia, 614990 e-mail: Olgakochneva777@yandex.ru).

Получено 14.03.2012