

ЛИТОЛОГО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЮРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО НЕФТЕГАЗОНОСНОГО БАСЕЙНА

Р.Р. Хазиев, Е.Е. Андреева, Ю.М. Арефьев, А.Г. Баранова,
С.Е. Валеева, Л.З. Анисимова, К.Ю. Горынцова*

Институт проблем экологии и недропользования при Академии наук Республики Татарстан, Казань, Россия

В настоящей работе рассмотрены литологические и минералогические особенности, гранулометрический состав, а также фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) продуктивного пласта ЮВ1-1 Еты-Пуровского нефтяного месторождения. Установлено, что основные породообразующие минералы пласта – кварц, калиевый-полевой шпат и слюда, также обнаруживаются обломки горных пород, в том числе и карбонатных. По изученным шлифам песчаник диагностируется как карбонатная граувакка. По данным гранулометрии пласт характеризуется как мелкозернистый песчаник с доминирующей фракцией зерен 0,1-0,25 мм (47% от общей массы).

По петрогенетической диаграмме Пассега установлено, что пласт сформировался в условиях градационной суспензии, образующейся в нижних частях быстрых речных потоков, непосредственно у дна, что согласуется с литературными данными. Более того, по расчетным коэффициентам (S_o , Q_3 , Q_1) установлено что пласт характеризуется плохой степенью отсортированности песчаного материала, а также низкой окатанностью зерен и ухудшенными ФЕС, измеренными в лабораторных условиях. Из анализа следует, что пласт характеризуется низкой продуктивностью, и разработка его требует применения гидравлического разрыва пласта на ранней стадии разработки.

Ключевые слова: микроскопическое описание шлифов, гранулометрический состав, фильтрационно-емкостные свойства, гидравлический разрыв пласта, нефтяной пласт, песчаный коллектор

DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.19.4.9>

Для цитирования: Хазиев Р.Р., Андреева Е.Е., Арефьев Ю.М., Баранова А.Г., Валеева С.Е., Анисимова Л.З., Горынцова К.Ю. Литолого-минералогические особенности и условия формирования юрских отложений Западно-Сибирского нефтегазоносного бассейна. *Георесурсы*. 2017. Т. 19. № 4. Ч. 2. С. 364-367. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.19.4.9>

Еты-Пуровское месторождение – самое крупное из месторождений, разрабатываемых филиалом «Муравленковскнефть-ННГ» ОАО «Газпромнефть». По величине начальных извлекаемых запасов нефти месторождение относится к категории крупных, по геологическому строению – к категории сложных. Месторождение открыто в 1978 г., введено в промышленную разработку в 2003 г. В настоящее время находится на третьей стадии разработки.

В тектоническом плане Еты-Пуровское месторождение приурочено к Надым-Тазовской синеклизе; контролируется куполовидным поднятием – Пуровским мегавалом. Геологический разрез месторождения представлен отложениями юры, мела, олигоцена и четвертичными образованиями. Продуктивными являются породы верхнеюрского и мелового возрастов.

Для исследования вещественного состава и условий формирования был выбран пласт ЮВ1-1, приуроченный к васюганской свите келловейского яруса верхней юры. Выбор объекта разработки был сделан исходя из следующих фактов:

- 1) 20 % извлекаемых запасов сосредоточены в пласте ЮВ1-1;
- 2) пласт характеризуется значительной толщиной (от 8 до 25 м на различных участках месторождения);

- 3) на пласте ЮВ1-1 на начальной стадии разработки месторождения был применен кислотный поинтервальный гидроразрыв пласта (ГРП) с целью интенсификации притока добывающих скважин (приток нефти в среднем увеличился на 2-3 т/сут по скважинам).

Объектом исследования послужил керновый материал, отобранный из потенциально продуктивного интервала. Образцы отбирались из 2-х скважин месторождения в количестве 6 штук (из кровельной, средней и подошвенной частей продуктивного пласта).

Исследование образцов включало:

- 1) Микроскопический анализ шлифов;
- 2) Гранулометрический анализ образцов керна;
- 3) Исследование фильтрационно-емкостных свойств.

Микроскопический анализ позволил установить, что песчаники пласта ЮВ1-1 имеют полимиктовый состав. Обломочный материал представлен зернами кварца (около 30 %), калиевого полевого шпата (35-40 %), биотита (5%); в незначительном количестве содержится роговая обманка, мусковит и др. минералы. Так же встречаются обломки карбонатов. Форма большинства зерен неправильная; степень их окатанности слабая, соотношение длины к ширине близко к 1 (Рис. 1). Цемент в основном контактово-поровый; а по способу образования – цемент выполнения (заполнение пор и пустот) и коррозионный (цементация с частичным растворением обломочного материала). Содержание цемента составляет в среднем

*Ответственный автор: Евгения Евгеньевна Андреева
E-mail: ae8277@rambler.ru

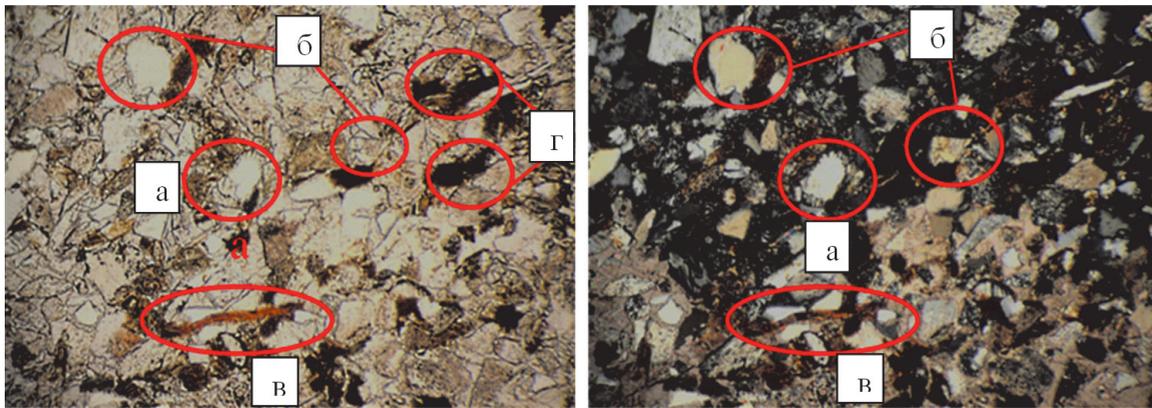


Рис. 1. Фотография шлифа образца №1 (скв 1511 глуб. Отбора 3320 м) а – кварц; б – КППШ; в – биотит, г – углефицированная органика

10-15 % от общего объема шлифов. Во всех образцах повсеместно содержится обугленная растительная органика (примерно 15 % от всего образца). Таким образом, по своему минералогическому составу песчаники пласта ЮВ1-1 относятся к карбонатным грауваккам.

По данным гранулометрии, образцы отличаются типичным для пласта ЮВ1-1 гранулометрическим составом с доминирующей фракцией 0,1-0,25 мм (~47% обломочной части) (Табл. 1, Рис. 2), характеризующей породу-коллектор как мелкозернистый песчаник.

Для определения механизма переноса терригенного материала была использована генетическая диаграмма Пассеги (Фролов, 1992); С и Md – расчетные параметры для определения механизма осадка формирования; Q3 и Q1 – для оценки степени сортировки ($S_o = \sqrt{\frac{Q3}{Q1}}$). Значения параметров сняты с кумулятивных кривых, построенных по данным гранулометрии (Рис. 3, Табл. 2).

Как видно из рисунка 4, облако распределения точек ложится на область P-Q-R, соответствующей полю градиционной суспензии, образующейся в нижних частях быстрых речных потоков, непосредственно у дна. Согласно литературным данным (Дополнение к проекту пробной эксплуатации Еты-Пуровского газонефтяного месторождения, 2005), пласт ЮВ1-1 на территории месторождения образовался в условиях дельты. Как отмечается в (Фролов, 1992) для песчаников, образовавшихся в подобных условиях, характерна хорошая или средняя степень сортировки. Данные расчетного коэффициента сортировки это подтверждает.

В лабораторных условиях по всем 6-ти образцам были измерены ФЕС: коэффициенты пористости и проницаемости. Результаты приведены в таблице 3.

Анализ таблицы 3 показывает, что по классификации коллекторов Ханина (Бурлин, 1976; Гиматутдинов и др., 1982) песчаники относятся к 4-6 категории и оцениваются как «низкопродуктивные». Очевидно, ввиду ухудшенных фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) продуктивный пласт уже на начальной стадии разработки характеризовался незначительным количеством извлекаемых запасов и, как следствие, низкими темпами отбора нефти. Это обстоятельство, вероятнее всего, явилось одной из основных причин применения механического метода интенсификации добычи на начальной стадии разработки.

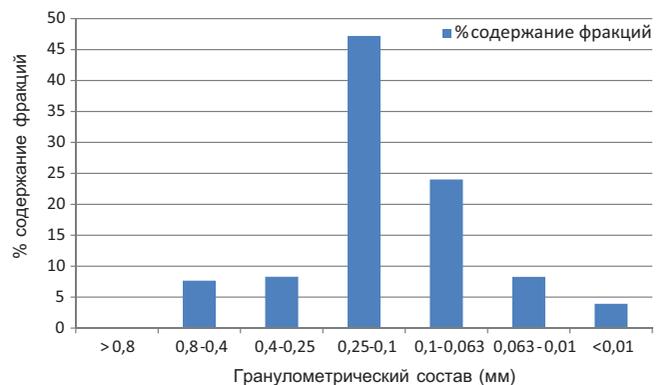


Рис. 2. Усредненная гистограмма содержания фракций в образцах пласта ЮВ1-1

№ обр.	Фракции, мм							Σ %
	> 0,8	0,8 - 0,4	0,4 - 0,25	0,25 - 0,1	0,1 - 0,063	0,063 - 0,01	< 0,01	
1	-	2,28	5,93	45,49	28,78	11,61	5,04	99,13
2	-	8,04	8,59	44,94	24,94	10,29	2,53	99,33
3	-	5,9	7,17	53,1	22,48	6,68	4,51	99,84
4	-	9,1	8,2	44,1	24,9	8,18	5,13	99,61
5	-	14,53	12,04	45,1	19,06	5,79	2,65	99,17
6	-	6,13	7,85	50,49	23,93	7,17	3,66	99,23
Среднее	0	7,63	8,29	47,2	24,02	8,28	3,2	99,38

Табл. 1. Данные гранулометрического состава образцов №1-6 пласта ЮВ1-1

№ обр	C, мкм	Md, мкм	Q3, мкм	Q1, мкм	So	Степень сортировки
1	300	110	180	60	1,73	Средняя
2	530	120	240	75	1,78	Средняя
3	410	140	220	75	1,71	Средняя
4	560	140	240	70	1,85	Средняя
5	680	160	260	90	1,69	Средняя
6	460	140	220	70	1,77	Средняя

Табл. 2. Расчетные параметры для определения механизма формирования осадка и сортировки зерен

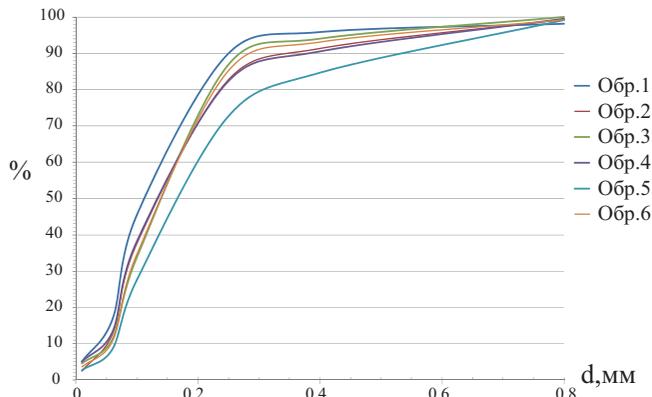


Рис. 3. Кумулятивные кривые образцов №1-6 пласта ЮВ1-1

№ обр	Кп(%)	Кпр(мД)	Класс коллектора (по А.А. Ханину)
1	11	7,3	4
2	8	1,2	5
3	12	10,7	4
4	16	2,4	5
5	15	10,5	4
6	5	0,9	6

Табл. 3 Фильтрационно-емкостные свойства пласта ЮВ1-1

Выводы

Исходя из вышеприведенных данных, авторами сделаны следующие выводы.

1. Основным типом пород-коллекторов являются полимиктовые карбонатные граувакки, мелкозернистые, средне отсортированные. Как показывает опыт работы (Шванов, 1987; Фролов, 1992; Ежова, 2009; Недоливко и др., 2011), полевые шпаты подвержены процессу пелитизации, который, в свою очередь, сопровождается ухудшением коллекторских свойств (снижение открытой пористости и проницаемости).

2. Гранулометрическим анализом и сопоставлением с общей выборкой данных по литературным источникам установлено, что все образцы характеризуются средней степенью сортировки, а с учетом того, что окатанность зерен по данным изучения шлифов характеризуется как низкая; пласт ЮВ1-1 следует признать низкопродуктивным.

3. По классификации Ханина пласт характеризуется как низкопродуктивный. Это влечет за собой определенные сложности при выработке извлекаемых запасов традиционными методами. Разработка подобных пластов ведется с применением гидроразрыва. ГРП чаще всего применяют на более поздних стадиях разработки нефтяных месторождений (Жданов, 2008) с целью увеличения притока добывающих или увеличения приемистости нагнетательных скважин. Однако как показали

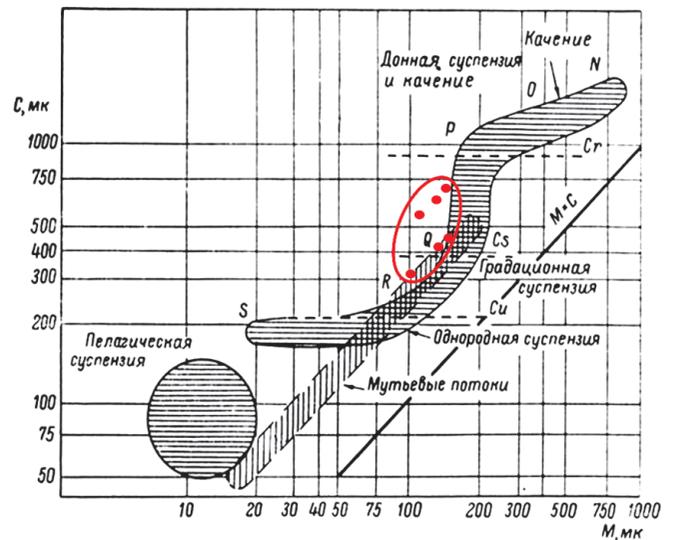


Рис. 4. Диаграмма Пассеги (Фролов, 1992) для определения механизма формирования осадка. C и Md – расчетные параметры для определения механизма осадка формирования

результаты проведенных исследований, применение ГРП может быть оправданным на ранних стадиях разработки нефтяных месторождений ввиду литологических особенностей, ухудшенных ФЕС и, как следствие, малой продуктивности пласта-коллектора.

Литература

Бурлин Ю.К. Природные резервуары нефти и газа. Москва: Изд-во Моск. ун-та. 1976. 135 с.
 Гиматутдинов Ш.К., Широковский А.И. Физика нефтяного пласта М.: Недра. 1982. 311 с.
 Дополнение к проекту пробной эксплуатации Еты-Пуровского газонефтяного месторождения. Отчет о НИР. ГеоНАЦ ОАО «Сибнефть-Ноябрьскнефтегаз». Под ред. Талипова И.М. Ноябрьск. 2005.
 Ежова А.В. Литология. 2-е изд. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2009. 336 с.
 Жданов С.А. Опыт применения методов увеличения нефтеотдачи пластов в России. *Нефтяное хозяйство*. 2008. № 1. С. 58-61.
 Недоливко Н.М, Ежова А.В. Петрографические исследования терригенных и карбонатных пород-коллекторов. Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2011. 172 с.
 Фролов В.Т. Литология. Кн.1. М: МГУ. 1992. 336 с.
 Шванов В.Н. Петрография песчаных пород (компонентный состав, систематика и описание минеральных видов). Л. 1987. 269 с.

Сведения об авторах

Радмир Римович Хазиев – научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования при Академии наук Республики Татарстан
 Россия, 420087, Казань, ул. Даурская, д. 28

Евгения Евгеньевна Андреева – старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования при Академии наук Республики Татарстан
 Россия, 420087, Казань, ул. Даурская, д. 28
 Тел: +7 843 298 59 65, e-mail: aee8277@rambler.ru

Юрий Михайлович Арефьев – старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования при Академии наук Республики Татарстан
 Россия, 420087, Казань, ул. Даурская, д. 28

Анна Геннадьевна Баранова – старший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования при Академии наук Республики Татарстан
Россия, 420087, Казань, ул. Даурская, д. 28

Светлана Евгеньевна Валева – научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования при Академии наук Республики Татарстан
Россия, 420087, Казань, ул. Даурская, д. 28

Лилия Закувановна Анисимова – научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования при Академии наук Республики Татарстан
Россия, 420087, Казань, ул. Даурская, д. 28

Ксения Юрьевна Горынцева – младший научный сотрудник лаборатории геологического и экологического моделирования, Институт проблем экологии и недропользования при Академии наук Республики Татарстан
Россия, 420087, Казань, ул. Даурская, д. 28

Статья поступила в редакцию 18.09.2017;

Принята к публикации 02.11.2017; Опубликована 30.11.2017

IN ENGLISH

Lithological and Mineralogical Characteristics and Forming Conditions of the Jurassic Sediments on the West Siberian Basin

*R.R. Khaziev, E.E. Andreeva**, Yu.M. Arefiev, A.G. Baranova, S.E. Valeeva, L.Z. Anisimova, K.Yu. Goryntseva

Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences, Kazan, Russia

**Corresponding author: Evgenia E. Andreeva, e-mail: aee8277@rambler.ru*

Abstract. In the present work, lithological and mineralogical features, granulometric composition, as well as reservoir properties of the formation YuV1-1 of the Ety-Purovsky oil field are considered. It is established that the main rock-forming minerals of the reservoir – quartz, potassium feldspar and mica, also fragments of rocks, including carbonate rocks, are also found. Sandstone is diagnosed as carbonate greywack by the examined thin sections. According to the granulometry data, the formation is characterized as fine-grained sandstone with a dominant fraction of grains of 0.1-0.25 mm (47% of the total mass). According to the petrogenetic Passaga diagram it was established that the formation was formed under the conditions of the gradation suspension generated in the lower parts of the fast river streams, directly at the bottom, which agrees with the literature data. Moreover, according to design factors (So, Q3, Q1), it is established that the formation is characterized by a poor degree of sorting of the sand material, as well as low roundness of grains and deteriorated reservoir properties, measured in laboratory conditions. It follows from the analysis that the reservoir is characterized by low productivity, and its development requires the use of hydraulic fracturing at an early stage of development.

Keywords: microscopic description of thin sections, granulometric composition, reservoir properties, hydraulic fracturing, oil-bearing formation, sand reservoir

For citation: Khaziev R.R., Andreeva E.E., Arefiev Yu.M., Baranova A.G., Valeeva S.E., Anisimova L.Z., Goryntseva K.Yu. Lithological and Mineralogical Characteristics and Forming Conditions of the Jurassic Sediments on the West Siberian basin. *Georesursy = Georesources*. 2017. V. 19. No. 4. Part 2. Pp. 364-367. DOI: <https://doi.org/10.18599/grs.19.4.9>

References

- Burlin Y.K. Natural reservoirs of oil and gas. Moscow: Mosc. University Publ. 1976. 135 p. (In Russ.)
Gimatutdinov S. K., Shirokovsky A. I. Physics of oil strata. Moscow: Nedra. 1982. 311 p. (In Russ.)
Ezhova A.V. Lithology. Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publ. 2009. 336 p. (In Russ.)
Zhdanov S.A. Experience of enhanced oil recovery methods application in Russia. *Oil industry*. 2008. No. 1. Pp. 58-61. (In Russ.)
Nedolivko N.M., Ezhova A.V. Petrographic studies of terrigenous and carbonate reservoir rocks. Tomsk: Tomsk Polytechnic University Publ. 2011. 172 p. (In Russ.)

Dopolnenie k proektu probnoy ekspluatatsii Ety-Purovskogo gazoneftyanogo mestorozhdeniya [Supplement to the pilot project of Yety-Purovsky oil and gas field development]. Research report. GeoNATs OAO «Sibneft-Noyabrskneftegaz». Ed. Talipova I.M. Noyabrsk. 2005. (In Russ.)

Frolov V.T. Lithology. B. I. Moscow: MSU Publ. 1992. 336 p. (In Russ.)

Shvanov V.N. Petrography of sand rocks (composition, classification and description of mineral types. Leningrad. 1987. 269 p. (In Russ.)

About the Authors

Radmir R. Khaziev – Researcher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences
28 Dauruskaya St., Kazan, 420087, Russia

Evgenia E. Andreeva – Senior Researcher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences
28 Dauruskaya St., Kazan, 420087, Russia
Phone: +7 843 298 59 65, e-mail: aee8277@rambler.ru

Yuri M. Arefiev – Senior Resercher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences
28 Dauruskaya St., Kazan, 420087, Russia

Anna G. Baranova – Senior Resercher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences
28 Dauruskaya St., Kazan, 420087, Russia

Svetlana E. Valeeva – Resercher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences
28 Dauruskaya St., Kazan, 420087, Russia

Lilia Z. Anisimova – Resercher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences
28 Dauruskaya St., Kazan, 420087, Russia

Ksenia G. Goryntseva – Junior Resercher, Laboratory of Geological and Environmental Modeling, Institute for Problems of Ecology and Subsoil Use of Tatarstan Academy of Sciences
28 Dauruskaya St., Kazan, 420087, Russia

Manuscript received 18 September 2017;

Accepted 2 November 2017; Published 30 November 2017