

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ СЕНОМАНСКОЙ ГАЗОВОЙ ЗАЛЕЖИ ЕТЫ-ПУРОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

И.А. Козлова, Е.Н. Кичигин

Пермский национальный исследовательский
политехнический университет, Пермь, Россия

Объектом исследования является газовая залежь пласта ПК₁ Еты-Пуровского нефтегазоконденсатного месторождения. Целью работы является изучение особенностей геологического строения сеноманской газовой залежи, а также выявление влияния данных особенностей на процесс разработки и добычи газа. В процессе исследований было изучено геологическое строение залежи; рассмотрено текущее состояние разработки; изучена система разработки месторождения; проведен сравнительный анализ текущих показателей разработки с проектными, а также проведен анализ влияния геологических параметров на дебиты скважин. В результате проведенных исследований было выявлено, что газовая залежь имеет сложное геологическое строение и отличается от залежей близлежащих месторождений аномально высокими фильтрационно-емкостными свойствами и наличием в сводовой части тектонических разломов. Кроме того, было выявлено, что на процесс разработки месторождения влияют такие параметры, как коэффициент проницаемости, пластовое давление и эффективная перфорированная толщина. Установлена проводящая роль тектонических разломов.

Ключевые слова: Еты-Пуровское месторождение, газовая залежь, пласт ПК₁, сеноманские отложения, коллектор, общая толщина пласта, эффективная толщина пласта, эффективная перфорированная толщина, фильтрационно-емкостные свойства, дебит газа, пластовое давление, тектонические нарушения, сейсморазведка, геологические и технологические показатели.

FEATURES OF THE GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE CENOMANIAN GAS DEPOSIT OF THE ETY-PUROVSKY FIELD

I.A. Kozlova, E.N. Kichigin

Perm National Research Polytechnic University, Perm, Russian Federation

The object of our research is a gas deposit of a PK₁ layer of the Ety-Purovsky oil-gas condensate field. The purpose of the work is to study features of the geological structure of the Cenomanian gas deposit, and to identify the influence of these features on development and gas production process. The research was focused on the geological structure of the deposit; a current state of development was considered; the system of development of a field was investigated; a comparative analysis of the current indicators of development and design ones and analysis of geological parameters influence on wells output was carried out. The research revealed that the gas deposit has a difficult geological structure and differs from those of nearby fields by abnormally high porosity and permeability properties and presence of tectonic faults within the anticline. Besides, it was found that a process of development of the field is influenced by such parameters as: factor of permeability, reservoir pressure, effective perforation thickness. The conducting function of tectonic faults is established.

Keywords: Ety-Purovsky field, gas deposit, PK₁ layer, Cenomanian deposits, reservoir, general layer thickness, effective layer thickness, effective perforation thickness, porosity and permeability properties, gas output, reservoir pressure, tectonic deformations, seismic exploration, geological and technological indicators.

Введение

Еты-Пуровское месторождение, расположенное на территории Пуровского района Ямало-Ненецкого автономного округа Тюменской области, относится к Надым-Пурской нефтегазоносной области Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Еты-Пуровское месторождение было открыто в 1971 г. при испытании первой поисково-оценочной скважины № 1, где был получен фонтан газа из пласта ПК₁ сеноманских отложений [1].

В промышленную эксплуатацию Еты-Пуровское месторождение введено 15 сентября 2004 г. пуском в эксплуатацию 22 скважин. Общий фонд скважин составляет 114 единиц, в том числе 94 действующие, что соответствует проектному значению, 13 наблюдательных, 2 поглощающие и 5 в ожидании подключения. Реализованный способ разработки – кустовой, с размещением скважин в 20 кустах в количестве от 3 до 5 единиц с расстоянием между скважинами в пласте 400 м [1].

Объектом разработки на месторождении является газовая залежь пласта ПК₁, приуроченная к сеноманским отложениям. Залежь массивная водоплавающая, осложненная многочисленными тектоническими нарушениями, располагается на небольших глубинах от 730 до 850 м, что обуславливает низкие пластовые давления. Коллекторы залежи имеют сложное строение и характеризуются очень высокими фильтрационно-емкостными свойствами [2].

Целью данной работы является изучение влияния геологического строения залежи на добычу газа.

Геологическое строение сеноманской газовой залежи

Сеноманская продуктивная толща имеет сложное строение и представлена преимущественно песчано-алевритовыми породами с подчиненными прослоями гли. В среднем в пределах газовой залежи доля коллекторов составляет 85 %.

Основную роль в разрезе играют проницаемые пропластки толщиной 2–12 м. Коллекторы с большими толщинами встречаются реже. Толщины глинистых прослоев, разделяющих песчано-алевритовые породы, изменяются от 0,4 до 20–25 м, однако в большинстве случаев не превышают 4 м. Средняя расчлененность разреза в продуктивном интервале составляет 25 [2].

В пределах залежи наблюдаются anomalно высокие фильтрационно-емкостные свойства. Коэффициент пористости газонасыщенных коллекторов составляет 41 %, коэффициент проницаемости достигает 5,5 мкм² при средних значениях 1,2 мкм² [3, 4].

Кроме высоких фильтрационно-емкостных свойств сводовая часть залежи осложнена множеством тектонических нарушений северо-восточного простирания. Тектонические нарушения, осложняющие структуру залежи, были выявлены по результатам бурения и сейсморазведки МОГТ 3D (рис. 1).

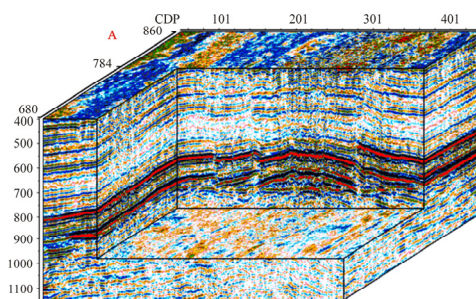


Рис. 1. Фрагмент куба временных разрезов по результатам сейсморазведки

По результатам бурения в сводовой части структуры был выявлен грабен, протягивающийся через все Еты-Пуровское локальное поднятие. В результате проведения сейсморазведочных работ кроме грабенообразующих разломов были обнаружены еще 4 конформных разлома, осложняющих прогнутую по кровле сеномана сводовую часть структуры (рис. 2) [5–7].

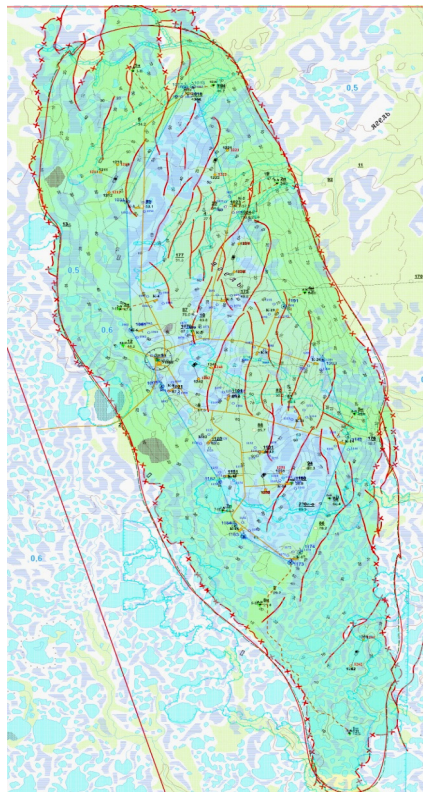


Рис. 2. Структурная карта по кровле продуктивного пласта ПК₁ с изображением тектонических нарушений: — — тектонические разломы

Система разработки Еты-Пуровского месторождения

Первоочередным документом, по которому велась разработка Еты-Пуровского месторождения, является «Проект разработки сеноманской газовой залежи Еты-Пуровского месторождения». В данный момент проектным документом, по которому ведется разработка месторождения, является «Комплексный проект разработки сеноманских газовых залежей Вынгайинского и Еты-Пуровского месторождений как единого газодобывающего комплекса» от 27.10.2009.

На Еты-Пуровском месторождении был принят кустовой способ разработки. Каждый куст включает от 3 до 5 скважин. Расстояние между скважинами составляет в среднем 400 м, а расстояние

между кустами в среднем от 1500 до 2000 м [8]. Сейчас месторождение находится на 2-й стадии разработки. С начала эксплуатации газовой залежи Еты-Пуровского месторождения было отобрано 32 % газа, при этом пластовое давление снизилось на 31 %. Нагнетательных скважин на месторождении не имеется, так как добыча газа происходит без применения методов интенсификации [9].

При сравнении проектных и фактических показателей разработки было выявлено, что фактические показатели годовой и накопленной добычи газа, пластовое давление, а также коэффициент извлечения газа практически соответствуют проектным [10–13].

Влияние геологических особенностей пласта на разработку сеноманской газовой залежи

Разработка газовых залежей напрямую зависит от геологических особенностей пласта. Для выяснения влияния этих особенностей на процесс газоизвлечения были изучены геологические и технологические показатели. Из геологических были рассмотрены коэффициент проницаемости, пластовое давление, общая толщина пласта, эффективная толщина пласта, эффективная перфорированная толщина пласта и расстояние от скважины до ближайшего разлома, а из технологических – суточный дебит скважины [14–19].

Первоначально было изучено распределение общих, эффективных и перфорированных толщин пласта ПК₁ Еты-Пуровского месторождения. Общие толщины продуктивного пласта изменяются от 20 до 135 м [20]. Эффективная толщина пласта варьирует от 20 до 110 м. Соотношение общей и эффективной толщин приведено на рис. 3.

Анализируемая зависимость определяется линейным уравнением $y = 0,5936x + 9,5203$, с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,69$.

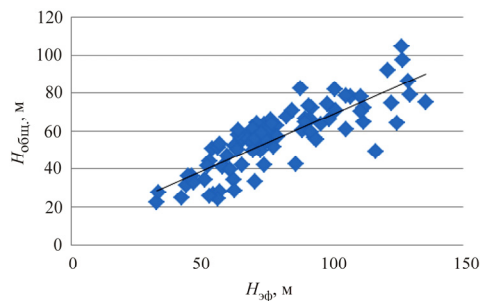


Рис. 3. График зависимости эффективной толщины от общей толщины пласта

На рис. 4 *а, б* приведены графики зависимостей дебита от общей и эффективной толщины пласта. Из графиков видно, что в обоих случаях дебиты газа не зависят от изменения общей и эффективной толщины пласта; в сводовой части, где эффективная толщина пласта больше, чем на крыльях залежи, дебиты изменяются в одних и тех же диапазонах – от 430 до 620 м³/сут.

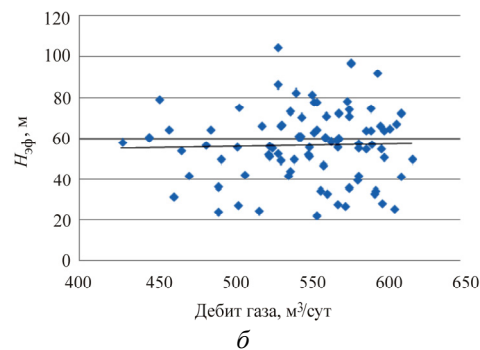
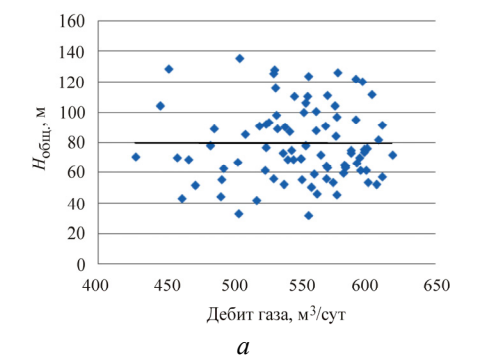


Рис. 4. Графики зависимостей дебита от общей (*а*) и эффективной (*б*) толщины пласта

Максимальная толщина газонасыщенной части отложений в скважинах составляет 85,7 м, минимальная толщина – 2,4 м. Перфорированная газонасыщенная толщина изменяется от 12 до 27 м. На рис. 5 приведена зависимость дебита от значений $H_{эфф.перф.}$

При изучении данной зависимости (рис. 5) была выявлена слабая прямая зависимость, описываемая уравнением линейного вида $y = 0,0116x + 12,707$ с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,03$.

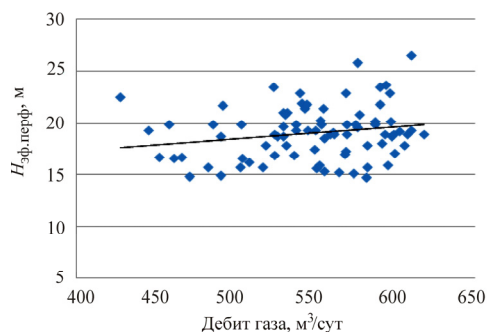


Рис. 5. График зависимости дебита от перфорированной эффективной толщины

Далее были изучены коэффициенты проницаемости коллектора и величина пластового давления в скважинах. Как было указано выше, коллектор пласта ПК₁ характеризуется аномально высокими значениями $K_{пр}$ – до 5,5 мкм². На рис. 6 приведена зависимость дебита от $K_{пр}$.

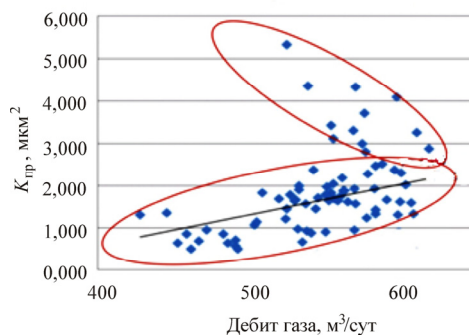


Рис. 6. График зависимости дебита от $K_{пр}$

При изучении зависимости дебита скважин от $K_{пр}$ было выявлено 2 группы скважин. В 1-й группе скважин (нижнее поле) $K_{пр}$ изменяется от 0,4 до 2,6 мкм², а значения дебита изменяются от 420 до 620 м³/сут. Установлена прямая слабая линейная зависимость: с увеличением $K_{пр}$ увеличивается и дебит. Для 2-й группы скважин (верхнее поле) установлена обратная линейная зависимость. Значения $K_{пр}$ для 2-й группы скважин очень высокие и изменяются от 2,8 до 5,3 мкм², а значения дебита варьируют от 530 до 630 м³/сут, т.е. при аномальных величинах $K_{пр}$ дебит скважин не выше в среднем по залежи.

На рис. 7 приведена зависимость дебита от пластового давления.

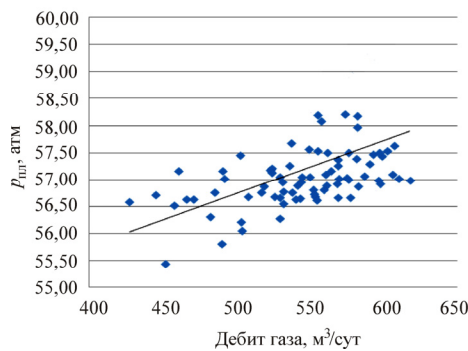


Рис. 7. Зависимость дебита от пластового давления

Изучая зависимость дебита от $p_{пл}$ (см. рис. 7), наблюдаем прямую зависимость, описываемую линейным уравнением $y = 0,0099x + 51,807$ с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,28$, из которого следует, что с увеличением пластового давления растет дебит скважин.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что дебит скважин на данном месторождении в большей степени определяется величиной пластового давления, коэффициентом проницаемости коллектора и значениями эффективной перфорированной толщины [21–26].

Далее было рассмотрено влияние тектонических разломов на дебиты газа

в скважинах. Всего на Еты-Пуровском месторождении 94 добывающих скважины, из них 73 скважины в зоне тектонических разломов и 21 скважина вне зоны разломов. Таким образом, все скважины можно разделить на 2 класса: 1-й класс – скважины в зоне разломов; 2-й класс – скважины вне зоны разломов.

Для сравнения показаний дебитов скважин в зоне разломов и вне зоны разломов были взяты по 21 скважине из каждого класса и построена гистограмма распределения скважин 1-го и 2-го классов по дебитам (рис. 8).

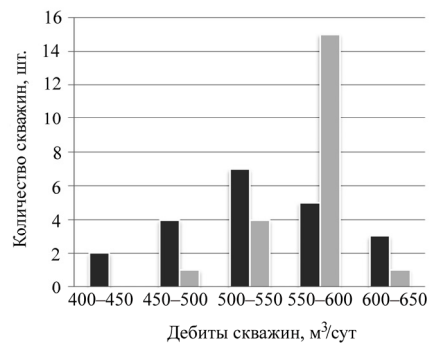


Рис. 8. Гистограмма распределения скважин 1-го и 2-го классов по суточным дебитам: ■ – скважины вне зоны тектонических нарушений; ▒ – скважины в зоне тектонических нарушений

По данной гистограмме видно, что законы распределения дебитов различны для выделенных классов. Средние значения дебитов скважин 1-го класса составляют 550–600 м³/сут, тогда как у скважин 2-го класса дебиты газа попадают в интервал 500–550 м³/сут. Таким образом, можно говорить о том, что тектонические разломы играют проводящую роль [27–30].

Заключение

Проанализировав влияние геологических показателей на разработку Еты-Пуровского месторождения, установили, что на дебиты газа оказывают влияние эффективная перфорированная толщина

коллектора, коэффициент проницаемости и величина пластового давления. Также установлена зависимость между расстоянием от разлома и дебитом скважины, что подтверждает проводящую роль разломов.

Список литературы

1. Проект разработки сеноманской газовой залежи Етыпуровского месторождения / ООО «ТюменНИИгипрогаз». – Тюмень, 2000.
2. Геологический отчет по Етыпуровскому месторождению за 2007 год / ООО «Ноябрьскгаздобыча». – Ноябрьск, 2008.
3. Методика определения коэффициентов пористости и газонасыщенности коллекторов сеномана месторождений Тюменской области. – Тюмень: Каротажник, 2003.
4. Гурвич И.И. Сейсмическая разведка. – 2-е изд. – М.: Недра, 1970.
5. Отчет о результатах сейсморазведочных работ МОГТ 3D на Етыпуровской площади, проведенных с/п 19/2005-06 в Пууровском районе Ямало-Ненецкого АО Тюменской области / ОАО «Сибнефтегеофизика». – Новосибирск, 2006.
6. Голф-Рахт Т.Д. Основы нефтепромысловой геологии и разработки трещиноватых коллекторов. – М.: Недра, 1986. – 608 с.
7. ВРД 39-1.12-065–2002. Регламент по составлению отчетных документов по авторскому сопровождению разработки месторождений природного газа / ООО «ТюменНИИгипрогаз». – Тюмень, 2002.
8. Комплексный проект разработки сеноманских газовых залежей Вынгайхинского и Етыпуровского месторождений как единого газодобывающего комплекса. – Тюмень, 2009.
9. Геологический отчет по Еты-Пууровскому месторождению за 2011 год / ООО «Газпром добыча Ноябрьск». – Ноябрьск, 2012.
10. Кривощёков С.Н. Геологическая оценка и расчет капитальных затрат на освоение Патраковской площади // Вестник Пермского государственного технического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2008. – № 3. – С. 30–37.
11. Кривощёков С.Н. Зональный прогноз нефтегазоносности ловушек, связанных с каналами вторичной миграции углеводородов вероятностно-статистическими методами (для территории Пермского края) // Вестник Пермского государственного технического университета. Геология, геоинформационные системы, горно-нефтяное дело. – 2010. – № 5. – С. 6–10.
12. Мелкишев О.А., Дурикин В.И. Генетические особенности карбонатных коллекторов зоны сочленения Соликамской депрессии и передовых складок Урала // Вестник Пермского государственного технического университета. Геология, геоинформационные системы, горно-нефтяное дело. – 2010. – № 5. – С. 17–22.
13. Волкова А.С., Кривощёков С.Н. Выбор приоритетных направлений развития ресурсной базы углеводородов Соликамской депрессии с применением вероятностно-статистических методов // Вестник Пермского государственного технического университета. Геология, геоинформационные системы, горно-нефтяное дело. – 2010. – № 5. – С. 23–30.
14. Севоньяева К.С., Кривощёков С.Н. Геологическое строение и нефтеносность турнейских отложений Ножовского выступа с позиции трехслойного строения природных резервуаров // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2011. – № 1. – С. 34–46.
15. Миронов В.В., Козлова И.А. Особенности геологического строения и условий разработки силурийских залежей Верхневозейского месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 2. – С. 7–12.
16. Носов М.А. Геолого-экономическое моделирование при обосновании инвестиционных проектов геолого-разведочных работ // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 2. – С. 13–17.
17. Варушкин С.В., Козлова И.А. Возможность проведения поисково-оценочных работ на объектах, расположенных под толщей калийно-магневых солей Верхнекамского месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 3. – С. 8–15.

18. Ефимов А.А., Кочнева О.Е. Исследование приемистости отложений башкирского яруса Сибирского месторождения в различных фациальных условиях // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 3. – С. 16–25.
19. Силайчева В.А. Прогнозирование значения проницаемости по совокупности данных гидродинамических и геолого-геофизических исследований (на примере Батырбайского месторождения) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 3. – С. 26–29.
20. Научно-техническое обеспечение работ по отбору и анализу изолированного керна на скважине № 6н Етыпуровского месторождения / ЗАО НПП «СибБурМаш». – Тюмень, 2006.
21. Шадрин М.А., Козлова И.А. Обоснование применения циклического заводнения башкирской залежи Сухобизярского поднятия Баклановского месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 3. – С. 39–44.
22. Кривощёков С.Н., Галкин В.И., Козлова И.А. Определение перспективных участков геолого-разведочных работ на нефть вероятностно-статистическими методами на примере территории Пермского края // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 4. – С. 7–14.
23. Мелкишев О.А., Кривощёков С.Н. Стохастическая оценка прогнозных ресурсов нефти на поисково-оценочном этапе геолого-разведочных работ // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 4. – С. 33–41.
24. Лузина Д.В., Кривощёков С.Н. Анализ фациальных зон и коллекторских свойств турнейско-фаменских рифогенных построек Соликамской депрессии // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 5. – С. 7–15.
25. Дерюшев А.Б., Потехин Д.В. Применение многовариантного моделирования при распределении Кп с целью оценки достоверности построения трехмерных литолого-фациальных моделей на примере нижнетиманских отложений Кирилловского месторождения // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2012. – № 5. – С. 32–38.
26. Галкин В.И., Александрова Т.В., Костарев Г.С. Совершенствование методики оценки перевода ресурсов в запасы // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 6. – С. 7–14.
27. Кривощёков С.Н., Кочнев А.А. Опыт применения рентгеновской компьютерной томографии для изучения свойств горных пород // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 6. – С. 32–42.
28. Галкин С.В., Ефимов А.А. Зональность распределения вязкостей пластовой нефти, проницаемости и коэффициента подвижности для башкирских залежей территории Пермского края // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 6. – С. 43–53.
29. Козлова И.А., Шадрин М.А. Геолого-геохимическая оценка возможности нефтегазообразования в верхнепротерозойских отложениях на территории Пермского края // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 8. – С. 18–27.
30. Козлова И.А., Мальцева И.О. Обоснование усовершенствования реализуемой системы разработки посредством применения метода гидравлического разрыва пласта на отдельных опытных участках разработки (на примере пласта БС4-5 Приразломного месторождения) // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2013. – № 8. – С. 62–70.

References

1. Proekt razrabotki senomanskoi gazovoi zalezhi Etyupurovskogo mestorozhdeniia [A program of development of the Cenomanian gas deposit at the Ety-Purovskoye field]. Tiumen': TiumenNIgiprozag, 2000.

2. Geologicheskii otchet po Etypurovskomu mestorozhdeniiu za 2007 god [Geological report on the Ety-Purovskoye field (2007)]. Noiabr'sk: Noiabr'skgazdobycha, 2008.

3. Metodika opredeleniia koeffitsientov poristosti i gazonasyshchennosti kollektorov senomana mestorozhdenii Tiimenskoi oblasti [A method to determine porosity and gas saturation factors of the Cenomanian fields in Tyumen oblast]. Tiumen': Karotazhnik, 2003.

4. Gurvich I.I. Seismicheskaiia razvedka [Seismic survey]. 2nd ed. Moscow: Nedra, 1970.

5. Otchet o rezul'tatakh seismorazvedochnykh rabot MOGT 3D na Etypurovskoi ploshchadi, provedennykh s/p 19/2005-06 v Purovskom raione Iamal'-Nenetskogo avtonomnogo okruga Tiimenskoi oblasti [Report on results of 3D CDP survey at the Ety-Purovskoye field performed by seismic crew 19/2005-06 in the Purovsky region of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug, Tyumen oblast]. Novosibirsk: Sibneftegeofizika, 2006.

6. Golf-Rakht T.D. Osnovy neftepromyslovoi geologii i razrabotki treshchinovatykh kollektorov [Foundations of oil-field geology and development of fractured reservoirs]. Moscow: Nedra, 1986. 608 p.

7. Reglament po sostavleniiu otchetnykh dokumentov po avtorskomu soprovozhdeniiu razrabotki mestorozhdenii prirodnogo gaza [Regulations for making reports on design supervision of developing natural gas deposits]. Tiumen': TiumenNIIGiprogaz, 2002.

8. Kompleksnyi proekt razrabotki senomanskikh gazovykh zalezhei Vyngaiakhinskogo i Etypurovskogo mestorozhdenii kak edinogo gazodobyvaiushchego kompleksa [A comprehensive program of the Cenomanian gas deposit development in the Vyngayakhinskoye and Ety-Purovskoye deposits as an integrated gas producing complex]. Tiumen', 2009.

9. Geologicheskii otchet po Ety-Purovskomu mestorozhdeniiu za 2011 god [Geological report on the Ety-Purovskoye field (2011)]. Noiabr'sk: Gazprom dobycha Noiabr'sk, 2012.

10. Krivoshchekov S.N. Geologicheskaiia otsenka i raschet kapital'nykh zatrat na osvoenie Patrakovskoi ploshchadi [Krivoshchekov S.N. Geological evaluation and calculation of Patrakovskaya area exploration capital cost]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2008, no. 3, pp. 30–37.

11. Krivoshchekov S.N. Zonal'nyi prognoz neftegazonosnosti lovushek, sviazannykh s kanalami vtorichnoi migratsii uglevodorodov veroiatnostno-statisticheskimi metodami (dlia territorii Permskogo kraia) [Zone forecast of traps petroleum potential associated with the secondary hydrocarbon migration channel using probabilistic and statistical methods (for the territory of Perm Krai)]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Geologiya, geoinformatsionnye sistemy, gorno-neftianoe delo*, 2010, no. 5, pp. 6–10.

12. Melkisher O.A., Dumikin V.I. Geneticheskie osobennosti karbonatnykh kollektorov zony sochleneniia Solikamskoi depressii i peredovykh skladok Urala [Genetic features of the carbonate reservoirs junction zone of Solikamskaya depression and the Urals advanced folds]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Geologiya, geoinformatsionnye sistemy, gorno-neftianoe delo*, 2010, no. 5, pp. 17–22.

13. Volkova A.S., Krivoshchekov S.N. Vybora prioritnykh napravlenii razvitiia resursnoi bazy uglevodorodov Solikamskoi depressii s primeneniem veroiatnostno-statisticheskikh metodov [Selection of hydrocarbon resource base priorities of Solikamskaya depression using probabilistic and statistical methods]. *Vestnik Permskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Geologiya, geoinformatsionnye sistemy, gorno-neftianoe delo*, 2010, no. 5, pp. 23–30.

14. Sevonkaeva K.S., Krivoshchekov S.N. Geologicheskoe stroenie i neftenosnost' turneiskikh otlozhenii Nozhovskogo vystupa s pozitsii trekhslainogo stroeniia prirodnykh rezervuarov [Geological setting and prospectivity of the tournaian deposits in case of transpher semi-permeable layer between reservoir and seal at the Nozhovskij structural nose]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2011, no. 1, pp. 34–46.

15. Mironov V.V., Kozlova I.A. Osobennosti geologicheskogo stroeniia i uslovii razrabotki siluriiskikh zalezhei Verkhnevozeiskogo mestorozhdeniia [Features of the geological structure and conditions of working out of silurian deposits of the Verkhnevozejsky deposit]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 2, pp. 7–12.

16. Nosov M.A. Geologo-ekonomicheskoe modelirovanie pri obosnovanii investitsionnykh proektov geologo-razvedochnykh rabot [Geological and economic modeling substantiation of investment projects of geological exploration]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 2, pp. 13–17.

17. Varushkin S.V., Kozlova I.A. Vozmozhnost' provedeniia poiskovo-otsenochnykh rabot na ob'ektakh, raspolozhennykh pod tolshechi kaliino-magnevykh soli Verkhnekamskogo mestorozhdeniia [The ability of conduction prospecting-evaluation surveys at objects located under a layer of potassium and magnesium salts the Verkhnekamsky deposit]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 3, pp. 8–15.

18. Efimov A.A., Kochneva O.E. Issledovanie priemistosti otlozhenii bashkirskogo iarusia Sibirskogo mestorozhdeniia v razlichnykh fatsial'nykh usloviakh [Investigation of deposits injectivity bashkir layer in various fields of Siberian facies conditions]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 3, pp. 16–25.

19. Silaicheva V.A. Prognozirovaniie znacheniiia pronitsaemosti po sovokupnosti dannyykh gidrodinamicheskikh i geologo-geofizicheskikh issledovaniia (na primere Batyrbaiskogo mestorozhdeniia) [Forecasting of the aggregate value of permeability data gydro-dynamic geological and geophysical studies (on the example Batyrbayskogo deposit)]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 3, pp. 26–29.

20. Nauchno-tekhnicheskoe obespecheniie rabot po otboru i analizu izolirovannogo kerna na skvazhine № 6n Etyupurovskogo mestorozhdeniia [Research and technical support of sampling and analysis of the isolated core at well No. 6n of the Ety-Purovsky field]. Tiumen': SibBurMash, 2006.

21. Shadrina M.A., Kozlova I.A. Obosnovanie primeneniia tsiklicheskogo zavodneniia bashkirskoi zalezhi Sukhobizyarskogo podniatiia Baklanovskogo mestorozhdeniia [Rationale for cyclic waterflooding bashkir deposits Suhobizyarskogo lifting Baklanovskogo field]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 3, pp. 39–44.

22. Krivoshchekov S.N., Galkin V.I., Kozlova I.A. Opredeleniie perspektivnykh uchastkov geologo-razvedochnykh rabot na nef' veroiatnostno-statisticheskimi metodami na primere territorii Permskogo kraia [Determination of potentially oil bearing areas by behavioristical method by the example of Perm region (Krai)]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 4, pp. 7–14.

23. Melkisev O.A., Krivoshchekov S.N. Stokhasticheskaia otsenka prognoznykh resursov nefiti na poiskovo-otsenochnom etape geologo-razvedochnykh rabot [Stochastic evaluation of oil resources forecast on the stage of geological exploration work]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 4, pp. 33–41.

24. Luzina D.V., Krivoshchekov S.N. Analiz fatsial'nykh zon i kollektorskikh svoistv turneisko-famenskikh rifogennykh postroek Solikamskoi depressii [Analysis of facial zones and collecting properties tournaisian-famennian reef buildings of Solikamskaya depression]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 5, pp. 7–15.

25. Derjushev A.B., Potehin D.V. Primeneniie mnogovariantnogo modelirovaniia pri raspredelenii Kp s tsel'iu otsenki dostovernosti postroeniia tekhnicheskikh litologo-fatsial'nykh modelei na primere nizhnetimanskikh otlozhenii Kirillovskogo mestorozhdeniia [Application of multivariant simulation in distribution Kp to assess the accuracy of construction between lithofacies three models by example nizhnetimanskikh deposits, Kirillovskoe field]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2012, no. 5, pp. 32–38.

26. Galkin V.I., Aleksandrova T.V., Kostarev G.S. Sovershenstvovanie metodiki otsenki perevoda resursov v zapasy [Improvement of methods for estimating resource transfer into reserves]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2013, no. 6, pp. 7–14.

27. Krivoshchekov S.N., Kochnev A.A. Opyt primeneniia rentgenovskoi komp'iuternoi tomografii dlia izucheniia svoistv gornykh porod [Application experience of computed tomography to study the properties of rocks]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2013, no. 6, pp. 32–42.

28. Galkin S.V., Efimov A.A. Zonal'nost' raspredeleniia viazkostei plastovoi nefiti, pronitsaemosti i koeffitsienta podvizhnosti dlia bashkirskikh zalezhei territorii Permskogo kraia [Galkin S.V., Efimov A.A. Zonal distribution of oil reservoir viscosity, permeability and mobility coefficient for bashkir deposits of Perm Krai]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2013, no. 6, pp. 43–53.

29. Kozlova I.A., Shadrina M.A. Geologo-geokhimicheskaia otsenka vozmozhnosti neftegazooobrazovaniia v verkhneproterozoiskikh otlozheniiax na territorii Permskogo kraia [Geological and geochemical assessment of oil and gas in the upper proterozoic possibility sediments in the Perm region]. *Vestnik Permskogo*

natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo, 2013, no. 8, pp. 18–27.

30. Kozlova I.A., Mal'tseva I.O. Obosnovanie usovershenstvovaniia realizuemoi sistemy razrabotki posredstvom primeneniia metoda gidravlicheskogo razryva plasta na otdel'nykh opytnykh uchastkakh razrabotki (na primere plasta BS4-5 Prirazlomnogo mestorozhdeniia) [Rationale for improvement of feasibility development through application of hydraulic fracturing in separate experimental plots development (case study of formation BS4–5 Prirazlomnoe)]. *Vestnik Permskogo natsional'nogo issledovatel'skogo politekhnicheskogo universiteta. Geologiya. Neftegazovoe i gornoe delo*, 2013, no. 8, pp. 62–70.

Об авторах

Козлова Инна Анатольевна (Пермь, Россия) – кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии нефти и газа Пермского национального исследовательского политехнического университета (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29; e-mail: ikozlova@pstu.ru).

Кичигин Егор Николаевич (Пермь, Россия) – Пермский национальный исследовательский политехнический университет (614990, г. Пермь, Комсомольский пр., 29; e-mail: egor_kichigin@mail.ru).

About the authors

Inna A. Kozlova (Perm, Russian Federation) – Ph.D. in Geological and Mineral Sciences, Associate Professor, Department of Oil and Gas Geology, Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29; e-mail: ikozlova@pstu.ru).

Egor N. Kichigin (Perm, Russian Federation) – Perm National Research Polytechnic University (614990, Perm, Komsomolsky av., 29; e-mail: egor_kichigin@mail.ru).

Получено 6.11.2013