

йодопродуктов с объемом выпуска 130 т/г и завода по производству йода в объеме 5–120 т/г на базе Бобровского йодного месторождения (Архангельская область), однако проекты не были реализованы. В настоящее время мировая добыча йода составляет 23 тыс. т/год (из них 60 % добывается в Чили). На мировом рынке ввиду сокращения производства йода Японией наметился устойчивый дефицит йода в объеме 2–3 тыс. т в год, в России всего добывается около 200 т/год йода при потребности 2020 т/год. Дефицит йода удовлетворяется за счет импортных поставок только на 25 %, при этом с учетом его доставки цена на йод-сырец в России составляет 24–26 долларов/кг.

Таким образом, анализ потребления и производства редких и ценных компонентов свидетельствует о необходимости создания собственной гидроминерально-сырьевой базы России для их добычи. Отсутствие на отечественном рынке востребованных литиевых, бромных, йодных, магниевых продуктов ведет к неуклонному техническому отставанию России от стран с развитой экономикой. Экономические расчеты по созданию гидроминеральных производств показывают, что срок окупаемости инвестиций составляет 3–6,5 лет.

Работа выполнена на основании научно-исследовательской работы в рамках реализации ГК № П353 от 30.08.2009 г.

Список литературы

1. Рябцев А. Д. Перспективы комплексной переработки поликомпонентных литиевых рассолов / А. Д. Рябцев // Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 2007. – № 6. – С. 44–50.
2. Рябцев А. Д. Перспективы получения брома из высокоминерализованных рассолов Восточной Сибири / А. Д. Рябцев // Химическая технология. – 2004. – № 5. – С. 2–8.
3. Севастьянов О. М. Йодо-бромные воды Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения / О. М. Севастьянов, Е. Е. Захарова // Геология, география и глобальная энергия. – 2011. – № 2. – С. 55–58.
4. Ушивцева Л. Ф. Подземные воды газовых месторождений – национальный минерально-сырьевой ресурс / Л. Ф. Ушивцева, О. И. Серебряков, В. С. Мерчева // Газовая промышленность. – 2010. – № 5. – С. 43–45.

References

1. Rjabcev A. D. Perspektivy kompleksnoj pererabotki polikomponentnyh litievych rassolov / A. D. Rjabcev // Mineral'nye resursy Rossii. Jekonomika i upravlenie. – 2007. – № 6. – S. 44–50.
2. Rjabcev A. D. Perspektivy polucheniya broma iz vysokomineralizovannyh rassolov Vostochnoj Sibiri / A. D. Rjabcev // Himicheskaja tehnologija. – 2004. – № 5. – S. 2–8.
3. Sevast'janov O. M. Jodo-bromnye vody Orenburgskogo neftegazokondensatnogo mestorozhdenija / O. M. Sevast'janov, E. E. Zaharova // Geologija, geografija i global'naja jenergija. – 2011. – № 2. – S. 55–58.
4. Ushivceva L. F. Podzemnye vody gazovyh mestorozhdenij – nacional'nyj mineral'no-syr'evoy resurs / L. F. Ushivceva, O. I. Serebrjakov, V. S. Mercheva // Gazovaja promyshlennost'. – 2010. – № 5. – S. 43–45.

ГЕОТЕРМИЧЕСКАЯ ЗРЕЛОСТЬ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА АСТРАХАНСКОГО СВОДА

*Халед Гамаль Эльмаадави, аспирант, Арабская Республика Египет,
e-mail: geologi2007@yandex.ru*

Генерация углеводородов зависит от комплексного сочетания времени и температуры в период развития органического вещества. Время и температура игра-

ют решающую роль в процессе созревания органического вещества. Необходимы исследования значений температуры, которым подвергались нефтематеринские породы на различных этапах эволюции бассейна, а также интервалов времени, в течение которых они находились в определенном диапазоне температур.

Данные палеотемператур, отражательная способность витринита и геотермальных градиент показывают, что на юге Астраханского свода девонские отложения генерируют сухие газы, которые могут поставляться на Астраханское газоконденсатное месторождение в больших объемах.

Ключевые слова: отражательная способность витринита, девонские отложения, сухой газ.

GEOHERMAL MATURITY OF ORGANIC MATTER OF ASTRAKHAN ARCH

Khaled Gamal Elmaadavi, Post-graduate student, Arabian Republic Egypt,
e-mail: geologi2007@yandex.ru

Generation of hydrocarbons depends on the integrated time/temperature history of buried organic material as the time and temperature play a decisive role in the cooking process of organic matter. It is essential to determine the temperature to which the source rocks were subjected to different stages of basin evolution, and also the time intervals during which they were in a particular temperature range.

The data of paleotemperature, vitrinite reflectance and geothermal gradient show that, in the south Astrakhan Arch, the Devonian deposits generate dry gas which can supply the Astrakhan gas-condensate field with large volumes.

Key words: vitrinite reflectance, Devonian deposits, dry gas.

В основу разработанной модели генетической фазовой зональности УВ легли теоретические принципы, связанные с термokatалитическим преобразованием рассеянного органического вещества нефтегазоматеринских пород (РОВ) в зависимости от термобарических условий, зависящих от режима и направленности тектонических движений. Закономерности фазового состояния углеводородной системы в недрах, фазовые равновесия и фазовые переходы определяются в первую очередь взаимосвязанными сочетаниями температур и давлений [3].

Масштабы отражения витринита [5] откалиброваны по параметрам зрелости ОВ в нефтегазовых провинциях, так что значения R_o могут рассматриваться как основные зоны катагенеза и пороги углеводородной генерации следующим образом:

$R_o < 0,55$ ----- незрелый
 $0,55 < R_o < 0,8$ ----- нефть и газ, генерация
 $0,8 < R_o < 1,0$ ----- газоконденсатная зона
 $1,0 < R_o < 2,5$ ----- сухой газ, генерация

Зоны нефтегазообразования четкими глубинными границами не обладают. Если зоны раннекатагенетического (I) и позднекатагенетического (V) газообразования более или менее выделяются по глубинам, то зона начала генерации нефти (II), главная зона нефтеобразования (III) и зона затухания процессов нефтеобразования (IV) по вертикали перекрывают друг друга. Прослеживается лишь некоторая тенденция нарастания глубин для выделенных

генетических зон. В переходных интервалах возможно образование гаммы УВ, свойственных сопряженным зонам. В близком интервале глубин (1–7 км) сосуществуют залежи нефти, газа и газоконденсата. Температуры в указанных выше зонах последовательно возрастают от 30 до 250 °С, но они плохо увязываются с глубиной (рис. 1). Такой разнотой в температурах и глубинах некоторыми исследователями объясняется существующими различиями в определении граничных температур перехода одних стадий углефикации и соответствующих им градаций катагенеза в другие. Авторы несколько иначе подходят к решению этой проблемы и считают, что определить четкие глубинные и температурные рубежи генетических фазовых зон УВ не позволяет нелинейная зависимость параметров «глубина – температура» в недрах. Если в верхней термобарической мегазоне в условиях гидростатических пластовых давлений распределения глубин и температур близки к прямо пропорциональной зависимости, то в нижней термобарической мегазоне, в области развития сверхгидростатических пластовых давлений, распределения этих же параметров носят экспоненциальный характер, что и нарушает четкие глубинные и температурные рубежи генетических фазовых зон углеводородов [4].

Распределение температур в пределах Астраханского карбонатного массива неоднородно. Его северо-западная половина более холодная, чем юго-восточная. Средний градиент температур, замеренный от дневной поверхности до кровли карбонатного массива, на северо-западе колеблется в интервале значений от 2,3 до 2,5 °С/100 м а на юго-востоке от 2,6 до 2,8 °С/100 м. Аналогичная тенденция уменьшения градиентов температур в северо-западном направлении характерна и для верхнедевонско-нижнебашкирского карбонатного комплекса.

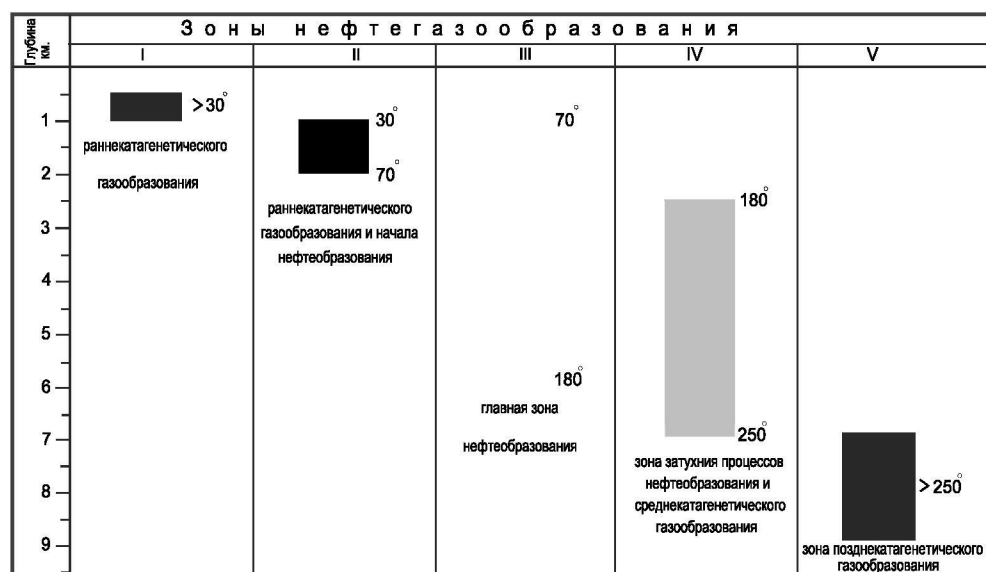


Рис. 1. Вертикальная фазовая зональности УВ
(по схеме Н.Б. Вассоевича, И.В. Лопатина и др.) [1]

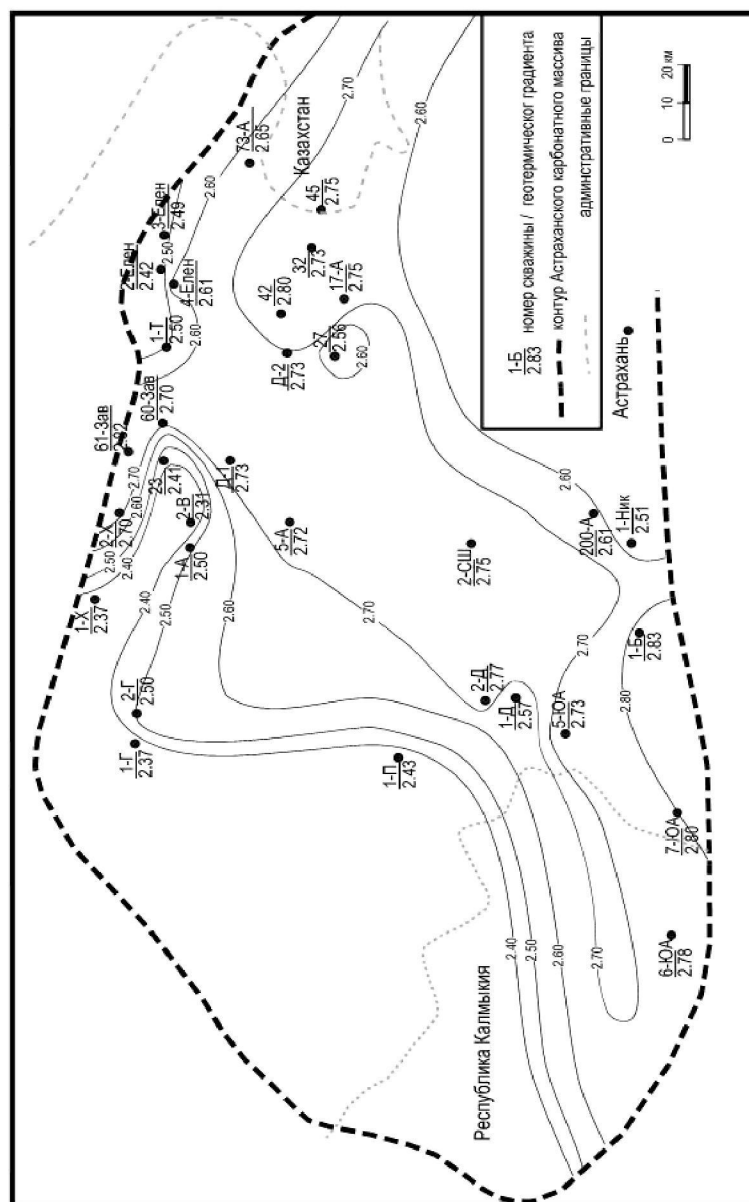


Рис. 2. Схема распределения геотермического градиента от поверхности до кровли верхнедевонско-башкирского комплекса (D_3-C_2b) в пределах Астраханского свода

Так, в северо-западной скважине Володарская-2 от кровли до подошвы карбонатного комплекса температура нарастает с градиентом $2,4^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$, в скважине Девонская-2, расположенной восточнее, градиент увеличивается до значений $2,5^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$, и, наконец, в скважине Табаковская-1 он достигает значений $2,9^{\circ}\text{C}/100\text{ м}$ (рис. 2).

Сравнение температур, замеренных в скважинах, вскрывших отложения карбонатного комплекса, с имеющимися данными о палеотемпературах (оцененных по показателю отражательной способности витринита R_o) показывает, что на большей части Астраханского массива значения современных температур несколько выше, чем палеотемпературы, либо они близки друг к другу [1, 2].

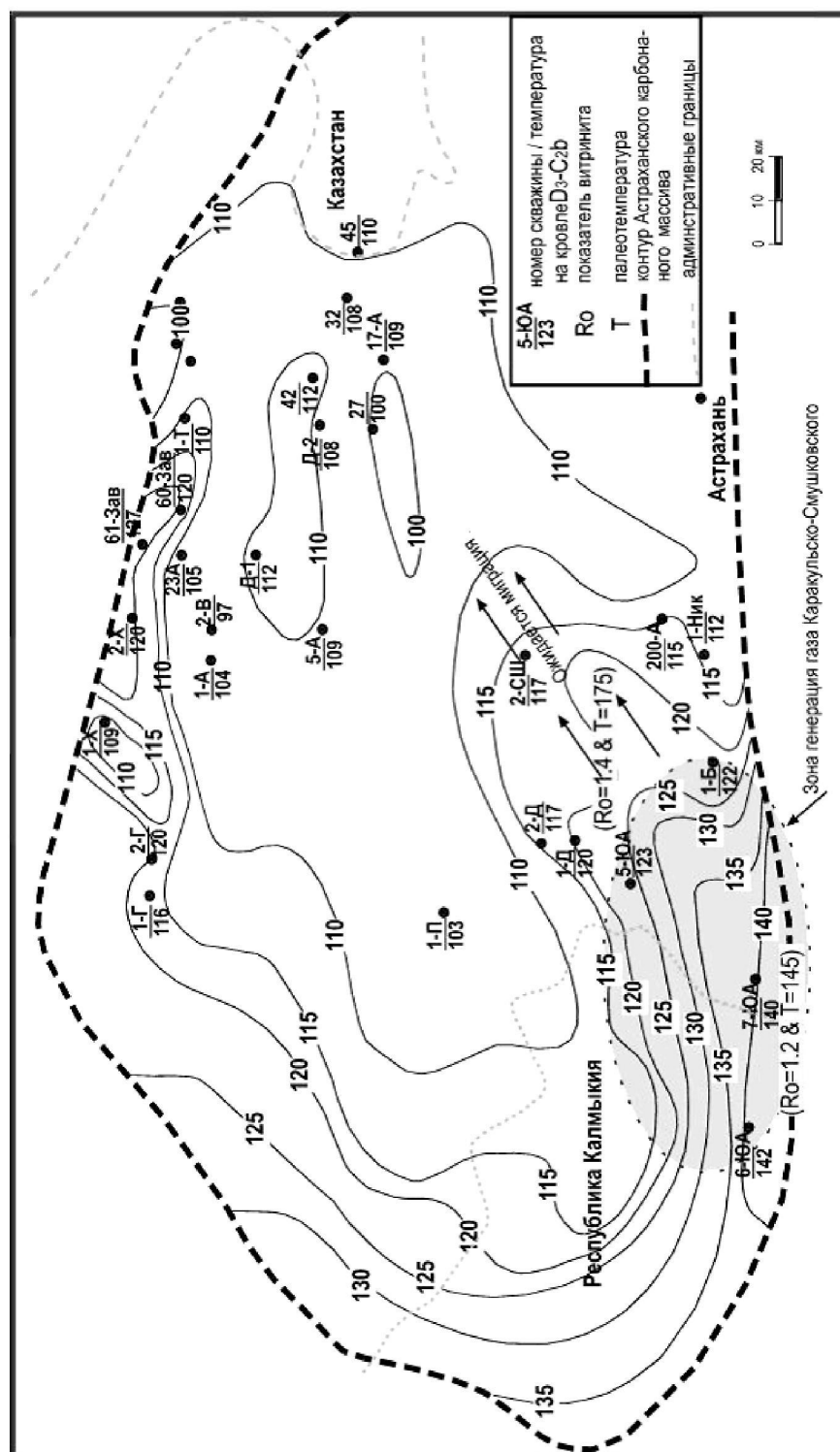


Рис. 3. Схема распределения температур на кровле верхнедевонско-башкирского комплекса (D₃-C_{2b}) в пределах Астраханского свода

По имеющимся данным палеотемператур (Т) и отражений витринита (R_o) на площади Каракульско-Смушковской, следует отметить, что палеотемпературы выше, чем современные температуры. На глубине минус 5000 м в скважине Южно-Астраханская-14 палеотемпература составляет 155 °С, а современные составляют 145 °С и $R_o = 1,2$. В скважине Южно-Астраханская-5 палеотемпература составляет 156 °С, а современные составляют 133 °С и $R_o = 1,4$ (рис. 3). Это свидетельствует о том, что температура колеблется от 155 до 165 °С, и отражения витринита лежат между 1,2 и 1,4. Это приводит к формированию генерации зоны сухого газа.

Таким образом, можно утверждать, что девонские отложения на Каракульско-Смушковске могут поставить для Астраханского газоконденсатного месторождения большие объемы газа.

Список литературы

1. Бочкарев А. В. Катагенез и нефтегазоносность каменноугольных отложений Каракульско-Смушковской зоны поднятий / А. В. Бочкарев, Н. А. Карпов, Г. Н. Самойленко, А. Н. Степанов // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 2000. – № 3. – С. 23–27.
2. Бочкарев А. В. Опыт предлицензионной оценки перспектив нефтегазоносности / А. В. Бочкарев, С. В. Делия, Н. А. Карпов, Г. И. Самойленко, А. Н. Степанов // Геология нефти и газа. – 2001. – № 2. – С. 7–12.
3. Вассоевич Н. Б. Геохимия органического вещества и происхождение нефти. Избранные труды / Н. Б. Вассоевич. – М.: Наука, 1986. – 368 с.
4. Ермолкин В. И. Генетические связи нефтегазообразования и нефтегазоконденсатния в земной коре / В. И. Ермолкин // Актуальные проблемы геологии нефти и газа: сб. науч. трудов каф. геол. РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. – 2005. – С. 77–99.
5. Royden L. Continental margin subsidence and heat flow: important parameters in the formation of petroleum hydrocarbons / L. Royden, J. G. Sclater, R. P. Von Herzen. – AAPG Bull, 1980. – P. 173–187.

References

1. Bochkarev A. V. Katagenез i neftegazonosnost' kamennougol'nyh otlozhenij Karakul'sko-Smushkovskoj zony podnjatij / A. V. Bochkarev, N. A. Karpov, G. N. Samojlenko, A. N. Stepanov // Geologija, geofizika i razrabotka nef tjanyh mestorozhdenij. – 2000. – № 3. – S. 23–27.
2. Bochkarev A. V. Opyt predlicenzionnoj ocenki perspektiv neftegazonosnosti / A. V. Bochkarev, S. V. Delija, N. A. Karpov, G. I. Camojlenko, A. N. Stepanov // Geologija nef ti i gaza. – 2001. – № 2. – S. 7–12.
3. Vassoevich N. B. Geohimija organicheskogo vewestva i proishozhdenie nef ti / N. B. Vassoevich. – M.: Nauka, 1986. – 368 s.
4. Ermolkin V. I. Geneticheskie svjazi neftegazooobrazovanija i neftegazokondensatnija v zemnoj kore / V. I. Ermolkin // Aktual'nye problemy geologii nef ti i gaza : sb. nauch. trudov kaf. geol. RGU nef ti i gaza im. I.M. Gubkina. – 2005. – S. 77–99.
5. Royden L. Continental margin subsidence and heat flow: important parameters in the formation of petroleum hydrocarbons / L. Royden, J. G. Sclater, R. P. Von Herzen. – AAPG Bull, 1980. – P. 173–187.

ОСОБЕННОСТИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДАТЧИКОВ НА ОСНОВЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ АКУСТИЧЕСКИХ ВОЛН (ПАВ) МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Лунин Леонид Сергеевич, доктор физико-математических наук, Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), 346428, Россия, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, e-mail: Lunin_ls@yandex.ru

Катаев Владимир Федорович, аспирант, Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), 346428, Россия, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, генеральный директор ЗАО «Институт термоэлектричества», Россия, 347360, Ростовская обл., г. Волгодонск, ул. Ленина, 73/94, e-mail: kvf@volgodonsk.ru

Крейс Иван Викторович, аспирант, Южно-Российский государственный технический университет (Новочеркасский политехнический институт), 346428, Россия, Ростовская обл., г. Новочеркасск, ул. Просвещения, 132, e-mail: ikreuz@yandex.ru

Датчики на поверхностных акустических волнах служат для измерения физических и химических величин: давления, температуры, химического состава, магнитного поля и др. Принцип их работы основан на двух физических явлениях: ПАВ и пьезоэлектричестве. Рассмотренные в данной статье датчики на поверхностных акустических волнах резонаторного типа. Описываемая конечно-элементная математическая модель и анализ частотной характеристики устройств на ПАВ отличаются от ранее разработанных тем, что моделирование электромеханических свойств датчика производится с минимальным числом допущений и приближений.

Распространение ПАВ в пьезоэлектрических материалах описывается двумя системами уравнений: механическими уравнениями движения и уравнениями Максвелла для описания электрических явлений.

Так как акустические волны в типичном пьезоэлектрическом материале приблизительно на пять порядков величины медленнее, чем электромагнитные волны, поле пьезоэлектрической связи можно считать квазистатическим.

Опрос датчиков может производиться по радиоканалу. При этом сигнал опросного устройства поступает на антенну сенсора, центральная частота которого изменилась под действием приложенного параметра внешней среды (деформации, температуры и т.д.). Ответный сигнал датчика будет нести в себе значение измененной центральной частоты.

Ключевые слова: метод конечных элементов, поверхностные акустические волны, датчик, чувствительный элемент, уравнения Максвелла, метод Галеркина, «скайлайн-метод», термостабильный кварц, встречно-штырьевой преобразователь, резонансная частота, деформация.

PECULIARITIES OF SURFACE ACOUSTIC WAVE (SAW) SENSORS NUMERICAL MODELING USING FINITE-ELEMENT METHOD

Lunin Leonid S., D.Sc. in Physics & Mathematics, Head of Department of General and Applied Physics, South Russian State Technical University (Novocherkassk Polytechnic Institute), 132 Prosvetsheniya st., Novocherkassk, the Rostov region, 347360, Russia, e-mail: ikreuz@yandex.ru