

### ГЕОЭКОЛОГИЯ И ГЕОХИМИЯ ГЕНЕРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДОВ В КАСПИЙСКОМ МОРЕ

**Серебряков Алексей Олегович**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой, Астраханский государственный университет, 414000, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: AOSSAO@yandex.ru

**Серебрякова Оксана Андреевна**, ассистент, Астраханский государственный университет, 414000, Россия, г. Астрахань, пл. Шаумяна, 1, e-mail: geologi2007@yandex.ru

**Серебрякова Валентина Ивановна**, старший преподаватель, Астраханский строительный институт, 414000, Россия, г. Астрахань, ул. Татищева, 58, e-mail:

*В работе впервые исследованы свойства и геохимический состав нефтей и газов новых месторождений Российского сектора Каспийского моря, а также распределение и степень преобразования рассеянного ОБ в породах Каспийского моря.*

**Ключевые слова:** геология, нефть, газ, потенциал, генерация, геохимия.

### GEOECOLOGY AND GEOCHEMISTRY OF HYDROCARBON GENERATION IN THE CASPIAN SEA

**Serebryakov Alexei O.**, D.Sc. in Geology and Mineralogy, Professor, Head of Department, Astrakhan State University, 1 Shaumjan sq., Astrakhan, 414000, Russia, e-mail: AOSSAO@yandex.ru

**Serebryakova Oksana A.**, Assistant, Astrakhan State University, 1 Shaumjan sq., Astrakhan, 414000, Russia, e-mail: geologi2007@yandex.ru

**Serebryakova Valentina I.**, Senior Lecturer, Astrakhan Construction Institute, 58 Tatischev st., Astrakhan, 414000, Russia, e-mail: geologi2007@yandex.ru

*We first investigated the properties and geochemical composition of oils and gases of new deposits of the Russian sector of the Caspian Sea, as well as the distribution and extent of the transformation of OM in the scattered rocks of the Caspian Sea.*

**Key words:** geology, oil and gas potential, generation, geochemistry.

Геоэкология разведки, разработки и переработки нефти, газа и попутных вод представляет новое направление в науке о Земле, позволяющее изучать в совокупности свойства природных флюидов и их химический состав для прогнозирования конечной цели освоения нефтегазового сырья – направлений переработки и оценки товарных свойств выпускаемой продукции, основы которых закладываются на стадиях разведки и добычи. Выполненные исследования совместно с новыми материалами по геологии, геохимии углеводородов (УВ) и их переработки сырья месторождений, разведанных в последние годы и введенных в разработку, позволяют обосновать, что осадочные отложения впадины Каспийского моря являются основными нефтегазоматеринскими для региона, окаймляющего Каспийское море. Мощности осадочных отложений в Каспийской впадине превышают мощности осадков в Прикаспийской впадине и в смежных регионах. Геотемпературный режим Каспия является более жестким. Нефти и газоконденсаты имеют сходное распреде-

ление углеводородных групп по температурным фракциям, что может свидетельствовать о генетическом единстве углеводородов региона.

Прогнозирование нефтегазоносности с генетической точки зрения на основе степени преобразования ОВ и закономерности распределения залежей УВ по лотерали региона и геологическому разрезу, геоэкологические исследования баланса рассеянного ОВ горных пород с учетом геотермических и геохимических факторов подтверждают, что основными продуцирующими отложениями в регионе являются палеозойские и более глубокие отложения. Нефти и газы в мезозойских залежах имеют стадии катагенного преобразования на порядок выше, чем ОВ аналогичных вмещающих пород. Стадии преобразования УВ мезозоя соответствуют стадиям преобразования ОВ палеозойских отложений. Наличие промышленного месторождения нефти в границах Восточного Прикаспия (Оймаш) подтверждает необходимость изучения новых типов перспективных резервуаров и месторождений в регионе.

Северный шельф Каспийского моря становится основной нефтегазодобывающей областью, при этом в настоящее время разведка байосских и триасовых отложений приобретает первостепенное значение для развития ТЭК. В палеозойских отложениях прогнозируются нефтяные и газоконденсатные бессероводородные залежи.

Изучение состава и свойств нефтей, газов и попутных вод позволяет прогнозировать номенклатуру и количество товарной продукции, которую возможно получать при добыче и переработке углеводородов Каспийского региона. Установление объемов выхода индивидуальных углеводородных компонентов и их фракций, различающихся по своим промышленным свойствам (газообразных, легких, бензиновых и керосиновых фракций, тяжелых фракций остатков и др.), предопределяют не только технологии переработки, но и размещение в регионе предприятий ТЭК.

В донных отложениях Каспийской акватории морскими инженерно-геологическими и геоэкологическими исследованиями выявляются мощные врезы и песчаные линзы, представляющие геоэкологические и технико-технологические опасности для морского оборудования не только из-за неконсолидированности пород, но и из-за содержащихся в них газовых локальных скоплений под высокими давлениями АВПД. Газовые скопления в донных отложениях являются следствием вертикальных перетоков (разгрузки) глубинных залежей УВ, поэтому они могут служить прямыми поисковыми признаками нефтегазоносности нижележащих литолого-стратиграфических комплексов.

Разработанные концепции и технологии геоэкологического контроля разведки, разработки и переработки нефти, газа и попутных вод позволяют обеспечить совместными усилиями всех прикаспийских государств безопасное освоение природных ресурсов, являющихся достоянием уникального морского и нефтегазоносного бассейна.

Активизация освоения нефтегазовых ресурсов Каспийского моря подтверждает прогнозы исследователей (Алекперов, 2009; Серебряков, 2010 и др.) о том, что запасы углеводородов в акватории не уступают ресурсам Ближнего Востока. Открытие в начале XXI в. месторождений нефти и газа на Северном шельфе Каспийского моря может обеспечить создание на юге России крупнейшего Каспийского нефтегазодобывающего и перерабатывающего комплекса, способного в ближайшие 10–15 лет занять ведущее место в России по объемам годовой добычи газа на уровне 100 млрд м<sup>3</sup> и 50 млн т нефти. В 2010 г. введено в разработку месторождение Корчагина с годовой добычей газа

более 1 млрд м<sup>3</sup> и до 8 млн т нефти. В 2014 г. добыча нефти начнется на крупнейшем месторождении Филановского, открытом в РФ в постсоветское время, где запасы нефти достигают 220 млн т и газа 140 млрд м<sup>3</sup>. Однако регион характеризуется недостаточной изученностью геологического строения и геохимического генерационного потенциала формирования месторождений. Нефтегазоматеринский потенциал морских отложений оценивается геохимической способностью захороненного рассеянного органического вещества (РОВ) генерировать углеводороды. Минимальным содержанием РОВ (Сорг), способным генерировать УВ, считается 0,5 % в глинистых и 0,3 % в карбонатных породах. Песчаники выступают в качестве коллекторов УВ [1 и др.].

Нефтегазоносность фундамента, сложнопостроенного и представленного внутриформационными впадинами и поднятиями, в акватории не разведана. Однако на восточном прибрежном участке на месторождении Оймаш получены промышленные притоки нефти из гранитоидов фундамента дебитом до 248 м<sup>3</sup>/сут. (скв. 12, инт. 3773–3720 м, 9 мм штуцер). Пластовые давления до 48 МПа, температура 150 °С. Плотность нефти 834 кг/м<sup>3</sup>, парафина до 13 %, смол до 1,9 %, серы до 0,04 %, асфальтенов до 0,9 %. В породах фундамента сингенетичных ОВ не обнаружено.

В палеозойских отложениях Кашаган-Тенгизской структурной зоны северо-восточного шельфа выявлено гигантское нефтяное месторождение Кашаган, а в его прибрежной зоне «море – суша» – Тенгиз, Королевский нефтяной гигант. Севернее в палеозойских отложениях выявлено гигантское Астраханское газоконденсатное месторождение, структурные аналоги которого развиваются в северной акватории (Северо-Каспийское поднятие и др.) (рис.).

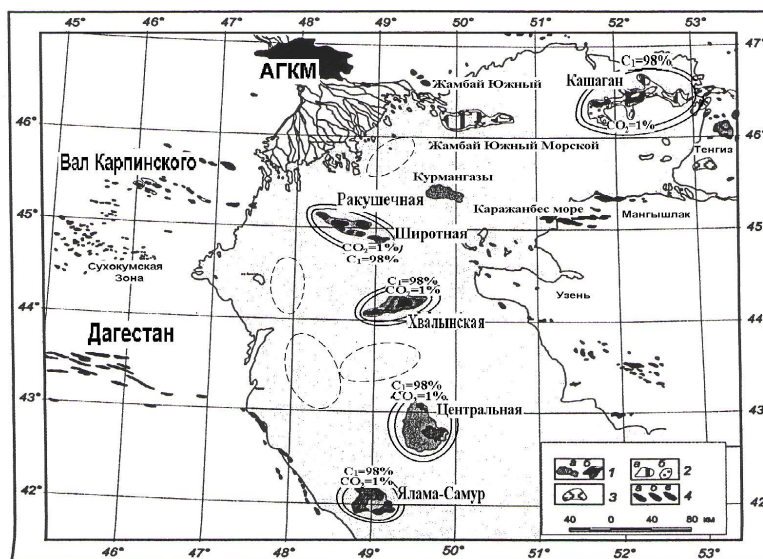


Рис. Геохимическая карта газовых аномалий на ключевых структурах Северного Каспия. Условные обозначения: 1 – структуры в мезозойских отложениях: а – зоны поднятия и своды; б – локальные купола; 2 – структуры в палеозойских отложениях: а – зоны поднятия и своды; б – локальные купола; 3 – рифы в палеозойских отложениях суши; 4 – месторождения: а – нефти; б – газа; в – конденсата, / 98 % – изоконцентраты донных газовых компонентов, ( ) – прогнозные участки перспективной нефтегазоносности нижнемеловых и юрских отложений по геохимическим критериям

Содержание Сорг в палеозойских породах превышает 1,5–2 % стадии АК<sub>1</sub>. Аналоговые геолого-геохимические материалы позволяют прогнозировать нахождение в палеозойских отложениях северной акватории на глубинах 4800–5000 м при пластовых давлениях 80–85 МПа и температурах свыше 130 °С нефтей плотностью 0,8–0,85, вязкостью до 2 МПа, сернистостью менее 0,8 %, смол до 1,5 %, асфальтенов менее 0,1 %, парафинов до 6 %, НК до 50 °С.

В мезозойских отложениях северной акватории в начале XXI в. выявлены перспективные структуры: Корчагина, Филановского, Ракушечная, Широтная, Хвалынская, «170 км», Сарматская, Центральная.

Геолого-геофизическая корреляция осадочных отложений через Каспийское море по направлению: «вал Карпинского (Скифская плита Предкавказья) – северная акватория – Узень (Казахстан)».

В альбских песчаниках притоки газа и конденсата получены в скважинах 4, 5 Хвалынская и в скважине 3 месторождения «170 км». Пластовые газы альбской залежи (скв. 5, инт. 1311–1319 м) содержат (% масс): метана 67, этана 12, пропана 5–6, бутана 4, пентана с высшими до 4, СО<sub>2</sub> до 0,4; сероводород отсутствует.

Нефти аптской залежи (скв. 4, 6 Филановское, инт. 1357–1372 м, Рпл = 14,9 МПа, Тпл = 67 °С) имеют плотность 830 кг/м<sup>3</sup> и вязкость более 11 Сст, содержат (% масс): серы 0,15; смол 4,2; асфальтенов 0,05; НК = 53 °С.

На Хвалынском месторождении из доломитов титонского яруса верхней юры (скв. 1 Хвалынская, инт. 2978–2993,5 м) получен промышленный приток газа и конденсата. На месторождении «170 км» из этих же доломитов в скважине 3 получен промышленные притоки газа и нефти. Из известняков оксфордского яруса верхней юры (скв. 3, инт. 3240–3268 м) получен промышленный приток нефти. Из келловейских песчаников в скважине 3 получены промышленные притоки газа и конденсата. Нефти юрских залежей (скв. 2 Филановское, инт. 1456–1462 м, Рпл = 15,7 МПа, Тпл = 69 °С) легкие (плотность 800 кг/м<sup>3</sup>), вязкость 0,6 Мпа\*с, серы до 0,7 %, смол до 2,7 %, асфальтенов 0,1 %, парафина 8,9 %, НК до 50 °С.

На Сарматской структуре карбонатных верхнеюрских отложений выявлено 6 промышленных залежей: три газоконденсатные залежи в отложениях титонского яруса, одна газоконденсатная залежь в отложениях кимериджского яруса и две нефтяные залежи приурочены к оксфордскому ярусу. На структуре Центральная выявлена одна нефтяная залежь с газовой шапкой в отложениях волжского (титонского) яруса верхней юры, притоки нефти получены из алевролитов неокомского яруса нижнего мела. На структуре Корчагина открыто 6 промышленных залежей на глубинах от 690 до 1860 м в отложениях средней юры, нижнего мела и палеогена. На структуре Ракушечная получен промышленный приток газа и нефти из песчаников нижнего мела и доломитов верхней юры (табл.).

Геохимическая характеристика рассеянного органического вещества позволяет оценить генерационный потенциал отложений северной акватории.

Триасовая система (Т) нефтеносна во всех частях Каспийского моря и его прибрежных районах (Туркменистан, Казахстан, Дагестан и др.), однако в северной акватории месторождения в этих отложениях пока не разведана. В породах триаса содержание Сорг составляет до 6 %. Состав ОВ (керогена) на 90 % представлен коллоальгинитом. Кероген относится к классам сапропелитов и гумито-сапропелитов. ОВ находится на стадии катагенеза МК<sub>3</sub> (газовый

этап углефикации), что позволяют прогнозировать в триасовых отложениях северной акватории при пластовых давлениях до 45 МПа и температурах до 130 °С легкие (конденсатные) нефти плотностью 0,75–0,79; вязкостью 0,4; серы до 0,05 %; парафинов до 10–15 %; смол до 1 %; асфальтогенов до 0,5 %; НК до 70–80 °С.

Таблица

**Геохимическая характеристика газов, нефтей и пластовых вод**

| Геологический разрез, место отбора, возраст отложений                       | CO <sub>2</sub> , % | CH <sub>4</sub> , %   | N <sub>2</sub> + редкие | Стадии РОВ   |
|---|---------------------|---|-------------------------|--|
| Тюлений, Q <sub>IV</sub>  | 0,86                | 92,94   | 6,20                    | Растительные остатки   |
| Азау, hv, nk  | 0,5                 | 98,0  | 1,5                     | Биомассовая, ДГ  |
| Ракушечное, Широтное, Филановское, Сарматское, Хвалынское, hv, hz           | 1,0                 | 98,0  | 1,0                     | Биомассовая, ДГ  |
| Ракушечное, K <sub>1</sub> , alb, глубина = 1311 м, T <sub>пл</sub> = 65 °С | 0,45                | 76,0<br>C5 + B < 3  | 3,9                     | Протокатагенез, ПК1 + ПК2, зона сухих газов                                |
| Филановское, Каспийское K <sub>1</sub> ap                                   | 0,40                | 71,0<br>C5 + B > 5  | 4,2                     | Протокатагенез, ПК3 + М1, зона сухих газов + ТУ                            |
| Ракушечное, Широтное K <sub>1</sub> nc                                      |                     | нефть: ρ = 810 кг/м <sup>3</sup> ,<br>η (20 °С) = 7,8 сст,<br>НК = 52 °С, T <sub>пл</sub> = 70 °С |                         | Протокатагенез, ПК3 + МК1, зона нефтей вязких + газовые шапки              |
| Ракушечное, Филановское J <sub>1</sub>                                      |                     | нефть: ρ = 810 кг/м <sup>3</sup> ,<br>η (20 °С) = 6,0 сст,<br>НК = 49 °С, T <sub>пл</sub> = 75 °С |                         | Мезокатагенез, МК2 + МК3, зона вязких нефтей                               |
| Ракушечное, Каспийское J <sub>2</sub>                                       |                     | нефть: ρ = 801 кг/м <sup>3</sup> ,<br>η (20 °С) = 5,0 сст,<br>НК = 49 °С, T <sub>пл</sub> = 80 °С |                         | Мезокатагенез, МК4 + АК1, зона легких нефтей, жирных газов, газоконденсата |
| Ракушечное, ВНК = 1467 м J <sub>2</sub>                                     |                     | пластовая вода:<br>M = 81 г/дм <sup>3</sup> ,<br>тип = ХК, ρ = 1,06                               |                         | Мезокатагенез  |

В Юрской системе (J) аргиллиты содержат Сорг в среднем 2,5 %, мергели и известняки до 0,5 %. Гуминовые кислоты отсутствуют. ОВ находится на стадии катагенеза МК<sub>2</sub>–МК<sub>1</sub>. ХБ показатели среднеюрских отложений низкие, содержание ХБ от 0,03 до 0,1 % масс, длина капиллярной вытяжки от 20 до 35 мм, тип битумоида маслянисто-смолистый, ОВ в рассеянном виде.

Верхний отдел (J<sub>3</sub>) юрской системы представлен карбонатными фациями, которые характеризуются невысокими ХБ показателями от 0,02 до 0,06 % масс, капиллярная вытяжка 10–40 мм, тип битумоидов маслянисто-смолистый, органическое вещество в рассеянном состоянии. Характеристика ОВ подтверждает нахождение юрских отложений на стадии нефтяной генерации.

Неокомские отложения нижнего отдела меловой системы (K<sub>1</sub>) содержат ОВ не более 1 % на стадии МК<sub>1</sub>. В целом разрез неокомского яруса нефтегазонасыщен. Отложение характеризуется повышенным содержанием ХБ от 0,08 до 0,47 % масс, длина капиллярной вытяжки – от 50 до 200 мм. Тип битумоида легкий маслянистый, маслянисто-смолянистый, степень насыщения

средняя. В аптском ярусе ( $K_1$  ap) концентрации ОВ составляют 0,5–1 % на стадии МК<sub>1</sub>. Отложения характеризуются повышенными ХБ значениями от 0,24 до 0,31 % масс. Длина капиллярной вытяжки – от 10 до 110 мм. Тип битумоидов легкий маслянистый и масляно-смолистый. Нефтенасыщение по материалам люминисцентных исследований среднее. В альбском ярусе ( $K_1$  al) содержание РОВ составляет в среднем 0,4–0,5 % на стадии МК<sub>1</sub>. Альбские отложения характеризуются невысокими битуминологическими показателями, содержание ХБ в пределах 0,01–0,06 % масс. Тип битумоидов маслянисто-смолянистый, длина капиллярной вытяжки 14–39 мм. Геохимические комплексы нижнемеловых отложений, несмотря на выявленные залежи УВ, свидетельствуют об отсутствии сингенетичной нефтенасыщенности (Серебряков, 2010).

Верхний отдел ( $K_2$ ) (меловые породы) практически не содержит ОВ и к нефтематеринским не может быть отнесен.

Кайнозойская эратема (KZ) представлена палеогеновой, неогеновой и четвертичной системами. ОВ представлено в виде гумусовых растительных остатков стадии Б (биомасса) в пределах 0,6–0,7 %. В глинах неогеновой системы (N) содержание ОВ в пределах 0,1–0,8 % стадии Б (биомасса) аллохтонного типа. В отложениях четвертичной системы (Q) ОВ представлены детритусовыми и растительными остатками аллохтонного типа.

Материалы о составе и свойствах нефти и газа, геохимической градации РОВ и литологическом строении позволяют уточнить прогнозные ресурсы углеводородов Российского сектора Каспийского моря. Триасовые, юрские и нижнемеловые нефтегазоносные комплексы содержат более 4,5 млрд т УТ, в том числе нефти более 3 млрд т, газа до 1000 млрд м<sup>3</sup>, конденсата более 500 млн т и попутного газа более 40 млрд м<sup>3</sup>. В палеозойских комплексах и залежах фундамента ресурсы УВ необходимо оценивать в более крупных объемах и лучшего товарного качества.

#### Список литературы

1. Вассоевич Н. Б. О происхождении нефти / Н. Б. Вассоевич // Вестник МГУ. – 1962. – № 3. – С. 10–30. – (Сер. 4: Геология).
2. Глумов Н. Ф. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря / Н. Ф. Глумов. – М. : Недра, 2004. – 342 с.
3. Серебряков А. О. Морская инженерная геология / А. О. Серебряков. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2008. – 316 с.
4. Серебряков А. О. Синергетика разведки и разработки нефтяных и газовых месторождений-гигантов с кислыми компонентами / А. О. Серебряков. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2006. – 359 с.
5. Серебряков А. О. Технология инженерно-геологических изысканий при морских геолого-разведочных работах / А. О. Серебряков. – Астрахань : Изд. дом «Астраханский университет», 2006. – 250 с.

#### References

1. Vassoevich N. B. O proishozhdenii nefi / N. B. Vassoevich // Vestnik MGU. – 1962. – № 3. – S. 10–30. – (Ser. 4: Geologija).
2. Glumov N. F. Regional'naja geologija i neftegazonosnost' Kaspijskogo morja / N. F. Glumov. – M. : Nedra, 2004. – 342 s.
3. Serebrjakov A. O. Morskaja inzhenernaja geologija / A. O. Serebrjakov. – Astrahan' : Izd. dom "Astrahanskij universitet", 2008. – 316 s.

4. Serebrjakov A. O. Sinergetika razvedki i razrabotki neftjanyh i gazovyh mestorozhdenij-gigantov s kislymi komponentami / A. O. Serebrjakov. – Astrahan' : Izd. dom "Astrahanskij universitet", 2006. – 359 s.

5. Serebrjakov A. O. Tehnologija inženerno-geologičeskikh izyskanij pri morskikh geologo-razvedochnyh rabotah / A. O. Serebrjakov. – Astrahan' : Izd. dom "Astrahanskij universitet", 2006. – 250 s.

## УСТОЙЧИВОСТЬ И АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ГОРНО-ЛЕСНЫХ ГЕОСИСТЕМ ЧЕЧЕНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Байраков Идрис Абдурашидович*, кандидат биологических наук, доцент, Чеченский государственный университет, 364037, Россия, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. Шерипова, 32, e-mail: idris-54@mail.ru

*Идрисова Роза Абдулаевна*, кандидат географических наук, Чеченский государственный университет, 364037, Россия, Чеченская Республика, г. Грозный, ул. Шерипова, 32.

*Трудно переоценить экологическую значимость лесов для Чеченской Республики. В известной мере насаждение деревьев предотвращает катастрофические проявления современных экзогенных геологических процессов, хорошо очищает воздух, загрязненный газами и пылью, что особенно важно для курортных местностей, примыкающих к промышленно развитым районам. Практически все леса Чеченской Республики, входящие в лесной фонд, относятся к лесам 1-й группы, имеющим особое водоохранное, водорегулирующее, почвозащитное, климаторегулирующее, санитарно-гигиеническое и рекреационное значение. Все отмеченные выше положительные качества этого компонента большинства природных ландшафтов Республики определяют необходимость тщательной и продуманной стратегии по рациональному использованию и охране лесных массивов.*

**Ключевые слова:** *устойчивость, горно-лесные геосистемы, антропогенные трансформации, функционирование, биоразнообразие.*

## SUSTAINABILITY AND ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF MINING-FOREST GEOSYSTEMS OF CHECHEN REPUBLIC

*Bajrakov Idris A., C.Sc. in Biology, Senior Lecturer, Chechen State University, 32 Sheripova st., Grozny, Chechen Republic, 364037, Russia, e-mail: idris-54@mail.ru*

*Idrisova Roza A., C.Sc. in Geography, Chechen State University, 32 Sheripova st., Grozny, Chechen Republic, 364037, Russia.*

*It is difficult to overestimate the ecological importance of forests for the Chechen Republic. To some extent, planting trees to prevent catastrophic exogenous geological processes of contemporary, fine clears air, polluted gases and dust, which is especially important for spa areas adjacent to industrial areas. Almost all of the forests of the Chechen Republic, members of forest fund, forest 1 are having a particularly important group of vodoohrannoe, vodoreguliruûsee, klimatoreguliruûsee, conservation, health and recreational value. All the above positive qualities of this component of most natural landscapes Of determine the need for thorough and well-thought-out strategy no pacional'nomu use and protection of forests.*