

elimination of shortages of the primary learning (similarly to knowledge accumulation). Efficiency of the specific NS master charts is demonstrated in terms of 2D/3D solutions of inverse problems using model and field data obtained by the magneto-telluric sounding. The approximation neural network method and its modifications enable formal stable approximated solution of 2D/3D inverse coefficient problems in geoelectric class of block models with the practically admissible accuracy without the first approximation setting. The number of the definable parameters of a medium reaches $\sim n \cdot 10^3$. The method and the complete NS master charts can be used in the in-situ express interpretation of data with a view to evaluating operation quality and adjusting surveying procedures after getting the first results. The study was carried out using computer power of the Interbranch Super Computer Center of the Russian Academy of Sciences. The study was supported by the Russian Science Foundation, Project No. 14–11–00579.

Keywords: geoelectrics, inverse problem, artificial intelligence, neural networks, approximation, NS master chart.

References

1. Dmitriev V. I. Inverse Problems in Geophysics. Moscow : MAKS Press, 2012. 340 p.
2. Raiche A. A pattern recognition approach to geophysical inversion using neural nets. *Geophysical Journal International*. 1991. Vol. 105, Iss. 3. pp. 629–648.
3. Nikitin A. A., Cheremisina E. N., Malinina S. S. Neuro net modeling of occurrence depth of geological boundaries in the whole set of geophysical fields. *Strategy of Geological Exploration of Mineral Resources: Present and Future (MGRI-RSGPU is 100) : International Scientific-Practical Conference Proceedings*. Moscow : NPP Filrotkani, 2018. Vol. 1. pp. 408–409.
4. Agbashi I. A., Sobolev A. Y. Fast analogues of direct and inverse problems of Russian laterlog by neural network technology. *Interexpo GEO-Siberia*. 2016. Vol. 2, No. 1. pp. 196–200.
5. Khusainov A. T. Use artificial neural networks for operation estimation of oil fluids. *Scientific forum. Siberia*. 2016. No. 3. pp. 69–71.

6. Moskowsky I. G., Balaban O. M., Fedorova O. S., Kochetkov A. V. Application of neural networks at interpretation of these electromagnetic sounding of vertically jointed environments. *Internet-journal "Naukovedenie"*. 2015. Vol. 7, No. 1(26). Available at: <https://naukovedenie.ru/PDF/05TVN115.pdf> (accessed: 25.10.2018).
7. Shodiq M. N., Kusuma D. H., Rifqi M. G., Barakbah A. R., Harsono T. Neural Network for Earthquake Prediction Based on Automatic Clustering in Indonesia. *International Journal on Informatics Visualization*. 2018. Vol. 2, No. 1. pp. 37–43.
8. Jiang Fei-Bo, Dai Qian-Wei, Dong Li. Nonlinear inversion of electrical resistivity imaging using pruning Bayesian neural networks. *Applied Geophysics*. 2016. Vol. 13, Iss. 2. pp. 267–278.
9. Raj A. S., Oliver D. H., Srinivas Y. An automatic inversion tool for geoelectrical resistivity data using supervised learning algorithm of adaptive neuro fuzzy inference system (ANFIS). *Modeling Earth Systems and Environment*. 2015. Vol. 1. DOI: 10.1007/s40808–015–0006–5
10. Cranganu C., Luchian H., Breaban M. E. Artificial Intelligent Approaches in Petroleum Geosciences. Cham : Springer, 2015. 290 p.
11. Shimelevich M. I., Osborne E. A., Osborne I. E., Rodionov E. A. Numerical methods for estimating the degree of practical stability of inverse problems in geoelectrics. *Izvestiya. Physics of the Solid Earth*. 2013. Vol. 49, No. 3. pp. 356–362.
12. Shimelevich M. I., Osborne E. A., Rodionov E. A., Osborne I. E. The neural network approximation method for solving multidimensional nonlinear inverse problems of geophysics. *Izvestiya. Physics of the Solid Earth*. 2017. Vol. 53, No. 4. pp. 588–597.
13. Tikhonov A. N., Arsenin V. Ya. Methods of Ill-Posed Problem Solution. 2nd Edition. Moscow : Nauka, 1979. 288 p.
14. Feldman I. S., Okulesky B. A., Suleimanov A. K., Nikolaeva V. I., Kuncherov V. A., Chamo S. S. MTS exploration within the work package of regional hydrocarbon prospecting in the European Russia. *Zapiski Gornogo instituta*. 2008. Vol. 176. pp. 125–131.

УДК 550.8

ДЕГАЗАЦИЯ ЗЕМЛИ: МАСШТАБЫ И ПОСЛЕДСТВИЯ

И. С. ГУЛИЕВ¹, вице-президент, проф., д-р геол.-минерал. наук
Р. Н. МУСТАЕВ², начальник Управления фундаментальных и прикладных научных исследований, канд. геол.-минерал. наук, mustaevrn@mgri-rgru.ru
В. Ю. КЕРИМОВ², проректор по научной работе, проф., д-р геол.-минерал. наук
М. Н. ЮДИН², проф., д-р физ.-мат. наук

¹Национальная академия наук Азербайджана, Баку, Азербайджан

²Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

Введение

Изучение газового режима земной коры относится к числу актуальных и недостаточно изученных проблем современной геологии. Теоретический аспект проблемы связан с познанием роли природных газов в эволюции поверхностных и глубинных оболочек Земли, становлении и развитии биосферы, накоплении горючих полезных ископаемых. Актуальность проблемы на современном этапе резко возросла в связи с опасностью развития парникового эффекта [1–3]. Картирование и оценка масштабов выноса углеродсодержащих газов и сравнение их с техногенными представляется одной из важнейших проблем современной науки. Важной практической проблемой является разработка моделей формирования, методов прогнозирования и поисков углеводородных (УВ) скоплений в сложных геологических условиях, прежде всего на больших глубинах. Образование, миграция и накопление УВ-газов на них относится к числу наиболее сложных процессов в геологии горючих ископаемых.

Изучение газового режима земной коры относится к числу актуальных и недостаточно изученных проблем современной геологии. В статье приведена принципиальная схема многоуровневого мониторинга дегазации Земли, а также проиллюстрированы каналы подачи углеводородных газов из осадочных пород.

Ключевые слова: дегазация, поток газа, масштабы углеводородной дегазации, нефтегаз.

DOI: 10.17580/gzh.2018.11.06

Исследования показывают [4–7], что в недрах некоторых молодых бассейнов, в частности в Южно-Каспийской впадине, функционирует естественным образом сложившаяся непрерывная «технологическая линия» по преобразованию подземного вещества в энергетическое и химическое сырье, характеризующаяся высокой производительностью и являющаяся ценным достоянием осадочного комплекса впадины (рис. 1). Ориентируясь на далекую перспективу, на базе такой линии можно создать такую природную добывающую и восстанавливающую нефтегазовую систему, которая была бы в состоянии обеспечить некоторую гарантированную восполняемую норму отбора продукции в течение достаточно длительного времени. Факт воздействия малоамплитудных процессов на возбуждение углеводородных систем на примере работ по вибрационному воздействию на нефтегазовые залежи подтверждены на фактическом материале, что позво-

ляет приблизиться к решению проблемы управления процессами выделения углеводородов из недр.

Методика исследований

Оценки газового режима осуществляли на базе геофизической обсерватории на грязевых вулканах Дашгиль, Перекишкюль и др. в режиме реального времени в течение периода с 2003 по 2018 г. Станция мониторинга газа, расположенная в пределах малой сальзы вулкана Дашгиль в период первой фазы исследований, включала сенсоры измерения потока метана, радона, атмосферного давления и температуры. Устройство регистрации полученных данных переводило информацию в цифровой формат, сохраняло ее и с помощью передающей антенны транслировало на базовый компьютер. Пространственно-временные закономерности развития грязевого вулканизма указывают на их взаимосвязь с солнечной активностью, лунно-солнечными приливами, землетрясениями, оползнями и колебаниями уровня моря. Исследования показывают, что солнечная активность и соответствующие изменения электромагнитных полей, а также вариации гравитационного поля (например, приливные) являются основным механизмом принудительной синхронизации большинства геологических процессов. При этом необходимо отметить довольно сложный характер связи, поскольку реальное влияние событий глобального масштаба (землетрясение в Суматре) на газовую разгрузку в зоне грязевого вулкана исследователями не было выявлено. Очевидно, отсутствие хорошо оснащенной технологической базы, представительной геофизической, геологической и геохимической информации о структуре и свойствах пород и флюидов, а также термодинамической характеристики среды и процессов, происходящих в очагах, не позволило получить достоверные и подтверждаемые результаты.

Результаты исследований и их обсуждение

Масштабы углеводородной дегазации. Выделяют две основные категории геологических источников поступления CH₄ в атмосферу – это процесс образования углеводородов в осадочных бассейнах и геотермальные или вулканические выделения. В то же время первую категорию можно условно разделить на четыре группы, включающие в себя грязевые вулканы на суше; просачивания на суше (не связанные с грязевыми вулканами); макровыходы на суше; морские (подводные) макровыходы (в том числе, и морские грязевые вулканы).

Косвенные оценки могут быть сделаны на основе баланса выделяющихся газов и флюидов на месторождениях углеводородов, грязевых вулканов и фокусированных струй. Периодические извержения грязевых вулканов выносили десятки и сотни миллионов кубических метров газа на протяжении последних сотен лет. Данные об исторических извержениях показывают, что за новейший период деятельности грязевых вулканов в атмосферу в процессе извержений было выброшено порядка нескольких десятков триллионов кубических метров газа.

Анализ длительно функционирующих добывающих скважин на некоторых месторождениях нефти и газа показывает, что их ресурсы, согласно подсчетам запасов, должны были быть выработанными несколько десятилетий тому назад. Факт сохранения

продуктивности скважин до настоящего времени обычно связывают с ошибками при подсчете запасов углеводородов, хотя для их оценки и подсчета применялся единый методический подход.

На суше и территории моря выявлены сотни тысяч естественных, длительно функционирующих макро- и микровыходов газа. Их масштабы сегодня оценить очень сложно. Обнаружены залежи газогидратов с ресурсами, сопоставимыми с гигантскими газовыми месторождениями. Исследования масштабов дегазации, осуществлявшиеся как на грязевых вулканах, так и на фокусированных источниках УВ в других регионах мира имели дискретный характер и касались главным образом подсчетов выхода газа в атмосферу в аспекте изучения «парникового эффекта». Эти данные дают представление о масштабах углеводородной дегазации, хотя необходимы более корректные оценки. Были рассчитаны приблизительные числа извержений грязевых вулканов за время их существования. Расчеты основывались на средних значениях объемов выбрасываемой брекчии. По этим расчетам, например, грязевой вулкан Большой Кянизадаг извергался 7350 раз, Торагай – 6860, Дашмардан – 1250, Дашгиль – 550 раз и т. д., что, в свою очередь, делает возможным подсчитать приблизительные объемы газа, которые поступили в атмосферу в результате их извержений.

Многолетние наблюдения в Южно-Каспийской впадине с использованием результатов аэрокосмических, сейсмических и геохимических съемок позволили достаточно четко фиксировать очаги современной разгрузки углеводородов на морском дне. Одним из наиболее ярких проявлений разгрузки является ее взрывная разновидность – грязевой вулканизм – прямое подтверждение наличия углеводородных систем на больших глубинах земной коры (**рис. 2**).

Структурный анализ показывает, что эти очаги подводной разгрузки являются морскими сателлитами грязевых вулканов, вместе с которыми составляют флюидодинамическую систему. Анализ геологических событий в регионе за последние два столетия показывает, что причина одновременного возникновения нефтяных пятен на столь обширном пространстве связана с сейсмической и грязевулканической активизацией в период конца 2000 – начала 2001 г., в течение которого произошла серия сильных землетрясений. Установлено, что землетрясения играют роль «спускового механизма» в грязевулканическом процессе. Важную роль здесь играют магнитуды и энергетический класс землетрясения, глубины

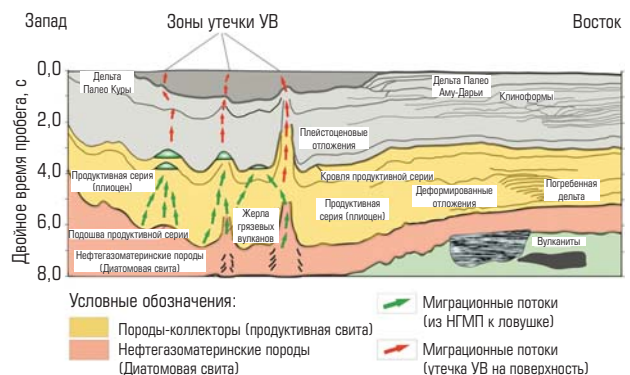


Рис. 1. Принципиальная схема многоуровневого мониторинга дегазации Земли

очага, расстояния между эпицентром и вулканом. Таким образом, показателем геофлюидодинамической активности региона является постоянная утечка огромных объемов углеводородных флюидов в юго-западной части Южного Каспия вследствие высокой проницаемости разрывных структур, особенно в местах локализации каналов грязевых вулканов, а возможно, частично и ненадежности покрывной толщи. Степень относительной флюидодинамической активности региона можно оценить частотой извержения грязевых вулканов. Очень важно то, что в пределах геофлюидодинамически активных зон расположены абсолютно все мелкофокусные землетрясения. Это говорит о том, что одним из главных механизмов мелкофокусной сейсмичности являются геофлюидодинамические (флюидогенерационные) процессы. Энергия и мощность флюидогенерирующих процессов в очаге будет характеризовать силу мелкофокусных землетрясений и грязевых вулканов [8].

На основе изучения активных динамических явлений, являющихся отличительной особенностью осадочной оболочки сверхглубоких бассейнов, было сформулировано положение о спонтанном возбуждении и разуплотнении подземной среды и наличии в осадочных бассейнах специфических очагов «возбуждения». Под данными терминами понимаются определенные объемы осадочного чехла, в которых происходят процессы образования углеводородов с большими скоростями и сопровождающиеся значительными динамическими эффектами. Эти очаги, как показали сейсмические исследования, распределены дискретно не по всему объему и характеризуются значительной пространственно-временной изменчивостью [8].

Картирование очагов дегазации. Современная дегазация сопровождается значительными геодинамическими эффектами, которые фиксируются в виде землетрясений и могут быть картированы современными телеметрическими системами в режиме реального времени.

К числу слабых мест исследований в данной области можно отнести: отсутствие инструментальных представлений о структуре «очагов дегазации» и «субвертикальных» каналов, структуре выводных каналов в приповерхностной части коры, вариациях геофизических и геохимических полей; отсутствие экспериментальных исследований механизмов активизации процессов выделения углеводородных флюидов, а также недостатки физико-химических моделей.

Очаги (палеоочаги) дегазации (рис. 3), а также флюидонасыщенные разуплотненные геологические тела на сейсмических профилях должны фиксироваться как зоны инверсии скоростей сейсмических волн. При использовании плотной сети гравитационных наблюдений вероятно определение пространственного положения возмущающегося геологического тела и построения трехмерной модели. С помощью специальных наблюдений методом высоко-разрешающей объемной сейсморазведки возможно установить как морфологию таких образований и глубины их зарождения (очаги возбуждения), так и субвертикальные каналы миграции. Геологические образования такого типа выявлены в осадочном чехле Южно-Каспийской впадины и имеют эллипсоидную форму [8].

Картирование каналов, времени и масштабов миграции углеводородов. Время, интенсивность и направления миграции угле-

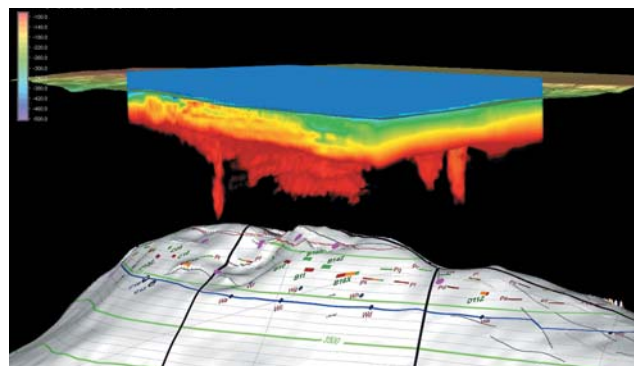


Рис. 2. Изображение каналов подачи грязевого вулкана. Красная область является «активной вентиляционной зоной», где грязь в настоящее время разрывается на поверхности, образуя грифоны, сальсы и насыпи

водородов традиционно основываются на совокупности косвенных признаков, таких как породы-источники, регионально выдержанные коллекторы, разрывные нарушения, зоны сочленения отдельных блоков и др. [9–15]. В последнее время используется комбинация геофизических и геохимических методов, в результате применения которых картируются выходы углеводородов на поверхность суши и моря и разрывные нарушения. Время миграции определяется как начало вхождения нефтематеринских пород в зону генерации углеводородов. Для условий современных углеводородных систем имеются дополнительные признаки.

Миграция флюидов вырабатывает в осадочном чехле субвертикальные каналы причудливой формы, заполненные разуплотненным осадочным материалом. В зависимости от интенсивности и времени миграции степень разуплотнения и консистенция осадочного материала меняются. Эти особенности отражаются на сейсмических диаграммах различным «сейсмическим имиджем». Выявленные сейсмическими методами субвертикальные геологические тела, их объем, распределение в разрезе, сравнительный стратиграфический возраст позволяют в ряде случаев определить время, последовательность и направление миграции углеводородов [5], а также их сравнительную интенсивность.

Геоэкологические последствия природной и техногенной дегазации. Опасности каспийского шельфа можно разделить на две большие группы: геологические природные (не зависящие от деятельности людей) и инициированные технической деятельностью человека. С начала промышленного освоения углеводородных богатств на нефтегазовых объектах случился не один десяток катастроф, причиной которых стали идущие в земной коре про-

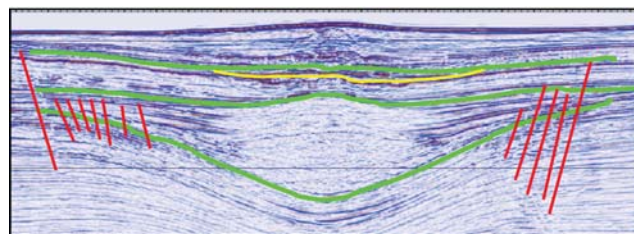


Рис. 3. Пример очага дегазации в Южно-Каспийской впадине

цессы дегазации недр. Очень ограниченная информация известна лишь о наиболее крупных из них: в начале 1980-х годов в процессе геологоразведки на шельфах Казахстана и Туркменистана опрокинулись и затонули две самоподъемные буровые установки; в середине 1990-х годов на шельфе в ходе работ опрокинулось и затонуло глубоководное основание; на суше в результате резкого проседания грунта под землю ушла буровая установка и т. д.

2001 год ознаменовался феноменальными проявлениями грязевого вулканизма. Произошло около 20 извержений на суше и в Каспийском море. Активизация Баилковского (Баку) и других оползней также является наглядным свидетельством нарастающей динамической активности недр, непосредственно влияющей на функционирование нефтегазового сектора, на изменение дебитов скважин и создающей угрозу технологическим установкам и коммуникациям.

Интенсивная широкомасштабная дегазация и эксплуатация недр впадины Каспийского моря, непрерывно нарастающая по площади и по глубине и идущая с использованием все более мощных средств разрушения горных пород, длится уже полтора столетия. Поэтому не случайно, например, что в старейших нефтегазодобывающих районах Апшеронского полуострова и в ряде других регионов общее опускание земной поверхности последние десятки лет, судя по данным геодезических съемок, достигло нескольких метров, что намного превосходит характерную скорость естественных тектонических подвижек земной коры.

Заключение

В течение последнего десятилетия значительно расширена теоретическая база исследований процессов дегазации, проведены фундаментальные и экспериментальные исследования, сформулированы положения о спонтанном «возбуждении» и разуплотнении осадочных пород, выявлены эффективные каналы дегазации – субвертикальные тела в осадочных бассейнах.

В недрах некоторых молодых бассейнов, в частности в Южно-Каспийской впадине, функционирует естественным образом сло-

жившаяся непрерывная «технологическая линия» по преобразованию подземного вещества в энергетическое и химическое сырье, характеризующаяся высокой производительностью и являющаяся ценным достоянием осадочного комплекса впадины. Ориентируясь на далекую перспективу, на базе такой линии можно создать такую природную добывающую и восстанавливающую нефтегазовую систему, которая была бы в состоянии обеспечить некоторую гарантированную восполняемую норму отбора продукции в течение достаточно длительного времени.

Все нефтегазовые залежи рассматриваются в качестве продукта функционирования технологических линий рассмотренного типа. Каждая такая линия характеризуется своим уровнем текущей производительности и потенциалом восстановления извлеченного материала. Поэтому представленный выше комплекс методов выделения подобных линий и оценки их воспроизводящей способности может рассматриваться в качестве новизны и уникальности данного методологического подхода.

В пористой среде, насыщенной углеводородами и характеризующейся метастабильностью, способностью к фазовым переходам (возбудимостью) и особыми чувствительными зонами (очагами возбуждения), процессы возбуждения, за счет которых происходит выделение углеводородов, могут быть связаны с широким кругом явлений, имеющих гравитационную, электрофизическую, волновую и термодинамическую природу. Наиболее характерными примерами возбуждения пористой среды, насыщенной углеводородами, являются грязевые извержения, корреляция которых, например с солнечной активностью, гравитационными полями (приливные и неприливные вариации) и термобарическими факторами (волны разрежения и отрицательного давления), показывает, что малоамплитудные физические воздействия могут активизировать процессы в «очагах возбуждения». Влияние слабых физических полей естественной природы на скорость и масштабы возбуждения углеводородной среды предполагает принципиальную возможность регулирования интенсивности и периодичности выделения углеводородов за счет воздействия искусственных полей.

Библиографический список

1. Будденберг Т., Бергинс К., Харп Г. Производство метанола из газообразных отходов металлургического производства // Черные металлы. 2018. № 2. С. 59–66.
2. Матуш Д., Барц Л., Беккер Л. Измерение концентрации хрома (VI) в отходящих газах агрегата хромирования // Черные металлы. 2018. № 5. С. 41–46.
3. Beloglazov I. I., Bazhin V. Yu. Simulation of aerodynamic flows of gas withdrawal from coke batteries // CIS Iron and Steel Review. 2017. Vol. 13. P. 10–13. DOI: 10.17580/cisirs.2017.01.02
4. Гулиев И. С., Гусейнов Д. А. Реликты грязевых вулканов в осадочном чехле Южно-Каспийской впадины // Литология и полезные ископаемые. 2015. № 4. С. 350–361.
5. Kerimov V. Yu., Mustaeв R. N., Yandarbiev N. Sh., Movsumzade E. M. Environment for the Formation of Shale Oil and Gas Accumulations in Low-Permeability Sequences of the Maikop Series, Fore-Caucasus // Oriental Journal of Chemistry. 2017. Vol. 33. No. 2. P. 879–892.
6. Huseynov D. A. Maturity of the hydrocarbon fluids and their deep stratigraphic sources in the South-Caspian Basin // Earth Science for Energy and Environment : Proceedings of the 77th EAGE Conference and Exhibition. – Madrid, 2015.
7. Керимов В. Ю., Мустаев Р. Н., Дмитриевский С. С., Зайцев В. А. Оценка вторичных фильтрационных параметров низкопроницаемых сланцевых толщ майкопской серии Центрального и Восточного Предкавказья по результатам геомеханического моделирования // Нефтяное хозяйство. 2016. № 9. С. 18–21.
8. Tran A., Rudolph M. L., Manga M. Bubble mobility in mud and magmatic volcanoes // Journal of Volcanology and Geothermal Research. 2015. Vol. 294. P. 11–24.
9. Judd A. G., Hovland M., Dimitrov L. I., Gil S. G., Jukes V. The geological methane budget at Continental Margins and its influence on climate changes // Geofluids. 2002. Vol. 2. No. 2. P. 109–126.
10. Керимов В. Ю., Осипов А. В., Лавренова Е. А. Перспективы нефтегазоносности глубокопогруженных горизонтов в пределах юго-восточной части Волго-Уральской нефтегазоносной провинции // Нефтяное хозяйство. 2014. № 4. С. 33–35.
11. Martynova G. S., Aliev A. A., Babaev F. R., Guliev I. S. Nanocolloid structures in crude oils from the mud volcanoes of Azerbaijan // Geochemistry International. 2013. Vol. 51. Iss. 9. P. 764–766.
12. Алиев А. А. Закономерности пространственно-временного распределения грязевых вулканов Джейранкечмес-Южнокаспийской впадины // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2016. № 4(46). С. 67–80.
12. Кеншликова М. Т. Грязевые вулканы как индикатор поиска нефтяных месторождений // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий : сб. матер. III Всероссийской молодежной геологической конф. – СПб. : Своё издательство, 2015. С. 10–12.
14. Алиев А. А. Грязевые вулканы Каспийского моря // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. 2014. № 1(35). С. 33–44.
15. Baloglanov E. E., Abbasov O. R., Akhundov R. V., Huseynov A. R., Abbasov K. A., Nuruyev I. M. Daily activity of mud volcanoes and geoeological risk: a case from Gaynarja mud volcano, Azerbaijan // European Journal of Natural History. 2017. No. 4. P. 22–27. **ГЖ**

Degassing of the Earth: Scale and implications

Information about authors

S. Guliev¹, Vice-President, Professor, Doctor of Geologo-Mineralogical Sciences

R. N. Mustaev², Head of Basic and Applied Research Department, Candidate of Geologo-Mineralogical Sciences, mustaevr@mgri-rggru.ru

V. Yu. Kerimov², Pro-Rector for Science, Professor, Doctor of Geologo-Mineralogical Sciences

M. N. Yudin², Professor, Doctor of Physico-Mathematical Sciences

¹ Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, Azerbaijan

² Sergo Ordzhonikidze Russian State Geological Prospecting University, Moscow, Russia

Abstract

The principles of degassing of the Earth are considered in the article. A direct assessment of the scale of hydrocarbon degassing of the Earth is a complex task and is possible only on the basis of multilevel monitoring using the latest analytical technologies based on aerospace and ground measuring devices in real time. Estimates of the gas regime were carried out on the basis of a geophysical observatory on the mud volcano Dashgil, Perekiskiyul and others in real time during the period from 2003 to 2018. The gas monitoring station, located within the small salsa of the Dashgil volcano during the first phase of the study, included sensors for measuring the flow of methane, radon, atmospheric pressure and temperature. The carried out researches in the given area have allowed to establish that the processes of periodic separation of hydrocarbons from sedimentary rocks are characterized by considerable volumes and intensity. In the depths of some young basins, in particular, in the South Caspian basin, there is a naturally functioning continuous “technological line” for the transformation of underground matter into energy and chemical raw materials, characterized by high productivity and a valuable asset of the sedimentary complex of the basin. Focusing on a long-term perspective, on the basis of such a line, it is possible to create such a natural extracting and restoring oil and gas system that would be able to provide some guaranteed replenishment rate for a sufficiently long time. The most typical examples of excitation of a porous medium saturated with hydrocarbons are eruptions of mud volcanoes, the correlation of which, for example, with solar activity, gravitational fields (tidal and induct variations) and thermobaric factors (rarefaction and negative pressure waves) show that low-amplitude physical effects can intensify processes in foci of excitation.

Keywords: degassing, gas flow, hydrocarbon degassing scale, oil-and-gas.

References

1. Buddenberg T., Bergins Ch., Harp G. Methanol and its fabrication methods in the iron and steel plants. *Chernye Metally*. 2018. No. 2. pp. 59–66.

- Matusch D., Barz L., Becker L. Measurement of chromium (VI) concentration in exhausted gases in chromium coating unit. *Chernye Metally*. 2018. No. 5. pp. 41–46.
- Beloglazov I. I., Bazhin V. Yu. Simulation of aerodynamic flows of gas withdrawal from coke batteries. *CIS Iron and Steel Review*. 2017. Vol. 13. pp. 10–13. DOI: 10.17580/cisr.2017.01.02
- Guliyev I. S., Huseynov D. A. Relics of mud volcanoes in the sedimentary cover of the South Caspian basin. *Lithology and Mineral Resources*. 2015. Vol. 50, No. 4. pp. 311–321.
- Kerimov V. Yu., Mustaev R. N., Yandarbiev N. Sh., Movsumzade E. M. Environment for the Formation of Shale Oil and Gas Accumulations in Low-Permeability Sequences of the Maikop Series, Fore-Caucasus. *Oriental Journal of Chemistry*. 2017. Vol. 33, No. 2. pp. 879–892.
- Huseynov D. A. Maturity of the hydrocarbon fluids and their deep stratigraphic sources in the South-Caspian Basin. *Earth Science for Energy and Environment: Proceedings of the 77th EAGE Conference and Exhibition*. Madrid, 2015.
- Kerimov V. Yu., Mustaev R. N., Dmitrievsky S. S., Zaitsev V. A. Evaluation of secondary filtration parameters of low-permeability shale strata of the Maikop series of Central and Eastern Ciscaucasia by the results of geomechanics modeling. *Oil Industry*. 2016. No. 9. pp. 18–21.
- Tran A., Rudolph M. L., Manga M. Bubble mobility in mud and magmatic volcanoes. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*. 2015. Vol. 294. pp. 11–24.
- Judd A. G., Hovland M., Dimitrov I. I., Gil S. G., Jukes V. The geological methane budget at Continental Margins and its influence on climate changes. *Geofluids*. 2002. Vol. 2, No. 2. pp. 109–126.
- Kerimov V. Yu., Osipov A. V., Lavrenova E. A. The hydrocarbon potential of deep horizons in the south-eastern part of the Volga-Urals oil and gas province. *Oil Industry*. 2014. No. 4. pp. 33–35.
- Martynova G. S., Aliev A. A., Babaev F. R., Guliev I. S. Nanocolloid structures in crude oils from the mud volcanoes of Azerbaijan. *Geochemistry International*. 2013. Vol. 51, Iss. 9. pp. 764–766.
- Aliev A. A. Consistent patterns of spatial-temporary of the mud volcanoes distribution in the Djeirankechmez-South Caspian depression. *Geology and Mineral Resources of World Ocean*. 2016. No. 4(46). pp. 67–80.
- Kenshilikova M. T. Mud volcanoes as an oil occurrence sign. *Geology, Geoecology and Resource Potential of the Ural and Adjacent Territories: III All-Russian Youth Geological Conference*. Saint-Petersburg: Svoe izdatelstvo, 2015. pp. 10–12.
- Aliev A. A. Mud volcanoes of the Caspian Sea. *Geology and Mineral Resources of World Ocean*. 2014. No. 1(35). pp. 33–44.
- Baloglanov E. E., Abbasov O. R., Akhundov R. V., Huseynov A. R., Abbasov K. A., Nuruyev I. M. Daily activity of mud volcanoes and geoecological risk: a case from Gaynarja mud volcano, Azerbaijan. *European Journal of Natural History*. 2017. No. 4. pp. 22–27.

УДК 550.812.14:330.101.541

ПЕРСПЕКТИВЫ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ ГЕОЛОГОРАЗВЕДКИ: ЗАПАДНЫЙ ПУТЬ ИЛИ СОБСТВЕННАЯ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗВИТИЯ?

З. М. НАЗАРОВА¹, зав. кафедрой экономики, проф., д-р экон. наук

В. А. КОСЬЯНОВ¹, ректор, проф., д-р техн. наук

А. Р. КАЛИНИН¹, проф., д-р экон. наук, kalinal@yandex.ru

А. С. ДЕСЯТКИН², главный менеджер Департамента внешнеэкономической деятельности

¹ Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Москва, Россия

² Российский государственный геологический холдинг АО «Росгеология», Москва, Россия

Введение

Российская Федерация входит в число стран с богатейшими запасами полезных ископаемых в мире [1]. Отечественные минерально-сырьевые ресурсы обеспечивают промышленные нужды, удовлетворяют социальные потребности населения и способствуют устойчивому развитию российской экономики [2]. Вместе с тем, несмотря на статус одного из ведущих мировых производителей минерального сырья, современный потен-

Анализируется современное состояние и перспективы развития российской геологоразведки. Сделан акцент на ключевых вопросах формирования новой модели развития отрасли. Проведено сравнение зарубежного и отечественного варианта достижения стратегических целей в рассматриваемой области. Сформулированы рекомендации по обозначенной проблеме.

Ключевые слова: минерально-сырьевые ресурсы, экономика, геологоразведочная отрасль, воспроизводство природных ресурсов, модель развития, юниорная компания, поисковый задел, государственно-частное партнерство, ресурсный потенциал, инвестиции.

DOI: 10.17580/gzh.2018.11.07

циал дальнейшего развития минерально-сырьевого комплекса РФ ограничен по нескольким направлениям — экономическому, политическому, технологическому, экологическому, нормативно-правовому и социальному. Такие ограничения имеют как объективный (практически неуправляемый), так и субъективный харак-