

## Некоторые аспекты тектоники Ливии

В статье описаны основные тектонические этапы, сформировавшие геологический облик современной Ливии, охарактеризованы наиболее перспективные нефтегазовые осадочные бассейны и отложения. Наиболее перспективными по значимости на выявление залежей углеводородов являются отложения силурийской, девонской и каменноугольной систем следующих формаций: основные – f. Tahara, f. Tadrart, f. Mamuniyat, второстепенные – AWB, AWA, f. Akakus. Однако менее изученные – верхняя (триас, юра, мел) и нижняя (ордовик-кембрий) части разреза, также имеют достаточную значимость как нефтегазоносные объекты, что однозначно дает возможность открытия новых крупных месторождений в Ливии.

**Ключевые слова:** деформация, бассейн, этап, ловушка.

Площадь современной Ливии составляет 1,8 млн кв. км, где 1800 км – береговая линия, проходящая по южной границе Средиземного моря. Страна обладает запасами, оцениваемыми в 6,1 млрд. т нефти и 1,5 триллиона кубических метров газа (BP statistical review..., 2012), которые сосредоточены в палеозойских, мезозойских и третичных отложениях. В структурно-тектоническом плане Ливия расположена на средиземноморском выступе африканской платформы, где осадочный чехол сформирован трансгрессионными и регрессионными процессами начиная с раннего палеозоя. В результате переслаивания континентальных (песчаники и глины) и прибрежно-морских (карбонаты) отложений были сформированы локальные кратонные бассейны.

Основными тектоническими событиями, сформировавшими тектонику Ливии являются:

1) Каледонские эпиорогенические движения (ранний палеозой), которые привели к образованию 4 палеозойских бассейнов осадконакопления (Гедамес, Мурзук, Куфра и Боттан) и крупных структурных элементов I порядка по северо-западному – юго-восточному направлению.

2) Герценский орогенез, который привел к образованию поднятий меридиональных направлений, а также бассейна Зуара и платформы Киренаика.

3) Меловой – ранние третичные деформации блоков; нарушения вызваны трансформацией поднятия Тибести-Сирт и развитием бассейна Сирт и поднятия Жебель Эль-Ахдар.

4) Альпийский орогенез – поздние третичные деформации, вызванные опусканием бассейна Сирт, современная геодинамика которого весьма активна.

На территории современной Ливии выделяются 5 перспективных нефтегазовых осадочных бассейнов: Сирт, Мурзук, Куфра, Гедамес и платформа Киренаика. Интересно то, что несмотря на различные тектоно-геодинамические формационные и структурные условия, все эти разновозрастные бассейны имеют признаки нефтидогенеза. Основная добыча нефти сосредоточена в бассейнах Сирт, Мурзук и Гедамес, а также на шельфе около г. Триполи (Рис. 1).

Осадконакопление в бассейне Мурзук на юго-западе Ливии происходило в палеозое и мезозое. Нефтематеринскими породами являются глинистые отложения формации «Таннезафт» силура и «Ауенат Уенин» девона. Основные коллектора представлены песчаниками формации «Меммоният» и «Хаваз» ордовика, «Акакус» (силур), «Тадрарт» (девон). Запасы нефти оцениваются примерно в 0,8 млрд тонн.

Осадочный бассейн Сирт (или впадина Сирт) самый молодой из осадочных бассейнов в Ливии. К нему приурочены наибольшие запасы нефти в Ливии, и он занимает по этому показателю 13-ое место в мире. Извлекаемые запасы нефти составляют 3,8 млрд. тонн нефти и 930 млн. м<sup>3</sup> газа.

Нефтематеринскими породами являются глинистые отложения формаций «Рахмат» и «Сирт» верхнего мела. Распределение углеводородов контролируется основными тектоническими элементами. 5 грабенов (Хун, Зелла,

Окончание статьи И.А. Дьячука «Оценка скорости накопления остаточной нефти в стволах простаивающих высокообводнённых скважин»

problemam mekhaniki sploshnykh sred v sistemakh dobychi, transporta i pererabotki nefi i gaza [Problems of continuum mechanics in systems of production, transportation and processing of oil and gas. Seminar abstracts]. Ufa: Transtek. 1997. Pp. 25-26. (In Russian)

Dyachuk, I.A. K probleme povysheniya nefteotdachi plastov, nakhodyashchikhsya na zaklyuchitelnoy stadii razrabotki [On the problem of enhanced oil recovery of near-depleted deposits]. Ufa: Ufa State Intitute. 1997. 23 p. Dep. VINITI. № 1993-V97.

Dyachuk, I.A. *Izucheniye protsessov, proiskhodyashchikh pri pereformirovaniy nefyanoy zalezhi na zaklyuchitelnoy stadii razrabotki* [The study of the processes occurring during the reformation of oil deposits in the final development stage]. *Diss. kand. tech. nauk.* [Cand. tech. sci. diss.]. 1998. 160 p.

Dyachuk I.A., Kardash D.E., Malanchenko A.A. Osobennosti zaklyuchitelnoy stadii razrabotki pri primeneni zhyostkovodnapornogo rezhima [Features of the final stages of development

using hard-mode water drive]. *Neftepromyslovoye delo* [Oilfield Engineering]. 1998. № 4-5. Pp. 17-23.

Dyachuk I.A., Kardash D.E., Malanchenko A.A. Rise in profitability of oil production on the late stage of oil field development. *Materialy shkoly-seminara «Sovremennye metody proyektirovaniya protsessov razrabotki nefyanykh mestorozhdeniy»* [Proc. Seminar «Modern methods of design processes of oil field development»] Ufa: «Neftegaztekhologiya». 1998. (In Russian)

### Information about author

Ivan A. Dyachuk – Cand. Sci. (Engin.), Associate Professor of the Chair «Oil&Gas Field Exploration», Ufa State Petroleum Technological University  
450062 Russia, Ufa, 1 Kosmonavtov St.  
Tel: +7(917)75-13-429

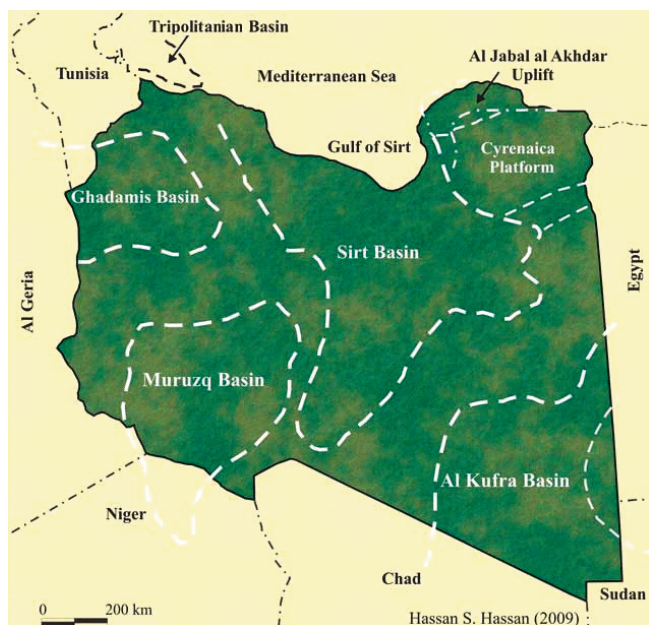


Рис. 1. Расположение главных нефтегазовых осадочных бассейнов Ливии (Hassan S. Hassan, 2013).

Марадах, Аждаба, Хамеймат) разделяют бассейн на 4 части (Ваддан, Захра-Байда, Зелтан, Алмал-Желу). Месторождения нефти приурочены к разуплотненным гранитам и гранито-гнейсам в зонах разломов докембрийского фундамента, песчаным коллекторам формации «Гаргаф» (кембрий и ордовик) и «Нубиан» (нижний мел), а также карбонатам формации «Зелтен» (палеоцен) и карбонатам эоцена в виде биогермов. Крупнейшим является уникальное месторождение «Сарир» с геологическими запасами около 1,6 млрд. тонн. Месторождение представлено комбинацией структурных и стратиграфических ловушек. Неоднородные базальные песчаники верхнего мела разделены на 5 пачек, 3 из которых плотные и глинизированы, а 2 хорошо отсортированные с пористостью 15–20 % и проницаемостью более 100 милли Дарси (Рис. 2).

Внутрикратонная синклиналь бассейна Куфра в направлении СВ-ЮЗ расположена на юго-востоке Ливии. Это третий по величине бассейн с площадью около 400 тыс. кв. км. Геология схожа с бассейном Мурзук, и осадки представлены кластичными отложениями. Нефтематеринскими породами также являются глинистые отложения формации «Таннезафт». Перспективными возможными зонами нефтегазонакопления для этого бассейна являются песчаники формации «Меммоният».

Северо-восточная Ливия (относящаяся к Киренаике)

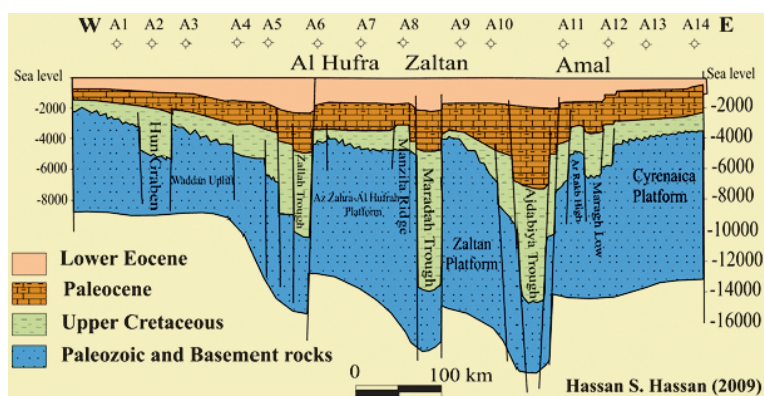


Рис. 2.

находится на южной границе Средиземного моря и северной границе Африканской платформы и делится на 2 тектонические провинции: платформа Киренаика и поднятие Эль-Жабаль Эль-Акдар на севере. Палеозойские, верхнемеловые и третичные отложения Киренаики содержат несколько потенциальных коллекторов. Нефтематеринскими породами являются глинистые отложения формации «Таннезафт» силура.

Подробнее остановимся на бассейне Гедамес (Ghadamis), где с 2006 года проводит геолого-разведочные работы компания ОАО «Татнефть».

Бассейн Гедамес (Ghadamis) вместе с бассейном Мурзук в региональном плане является частью Алжирско-Ливийской синеклизы Африканской платформы. Разделены бассейны поднятием Гаргаф. В строении платформы выделяется два основных структурно-тектонических этажа, отделенные друг от друга угловым несогласием и отличающиеся степенью дислоцированности и метаморфизма, условиями залегания и составом отложений. Эти два структурно-тектонических этажа отражают основные этапы тектонического развития региона – геосинклинальный (докембрий) и платформенный (палеозой и мезо-кайнозой).

Геосинклинальный этап характеризуется формированием докембрийского складчатого фундамента. Он сложен интенсивно дислоцированными и сильно метаморфизованными образованиями архейско-протерозойского возраста. В их разрезе выделяется несколько метаморфических серий, представленных мощными толщами (15 и более км) различных кристаллических сланцев, гранито-гнейсов, амфиболитов и других пород, разделенных крупными несогласиями и образующих интенсивно метаморфизованные складчатые структуры субмеридионального направления, осложненные дезъюнктивами. По поверхности фундамента бассейн Гедамес (Ghadamis) на территории Ливии ограничен поднятиями на севере Nefusa, на востоке Tripoli Soda, на юге Gargaf и имеет практически широтное простирание. По ярко выраженным северном и южном крыльях амплитуда прогибания составляет примерно 4000 м.

В платформенный этап, охвативший палеозой и мезозой, происходило заполнение бассейна Гедамес (Ghadamis) осадочными отложениями. Процесс седиментации проходил в три подэтапа:

- 1) ранний – палеозой (кембрий – карбон),
- 2) средний – мезозой (триас – мел),
- 3) поздний – кайнозой (третичный),

каждый, из которых завершался значительным перерывом в осадконакоплении и отличался палеогеографической обстановкой, что обусловило различие литологического состава.

В раннепалеозойское время происходило формирование бассейна Гедамес (Ghadamis), который по своему стратиграфическому наполнению является в основном палеозойским, а литологически доминируют кластические породы. Палеозойские отложения в районе бассейна имеют толщину до 4000 м, где разведаны и эксплуатируются крупные месторождения УВ, в т.ч. и уникальные. Формирование бассейна Гедамес (Ghadamis) осуществляется в несколько этапов, характеризующихся перестройкой структурных планов, которые нашли свое отражение в образовании

поверхностных несогласий в осадочном чехле.

Несмотря на поэтапность развития формирования бассейна Гедамес (Ghadamis), характеризующегося перестройкой структурных планов, в целом, в палеозойское время прослеживается унаследованность тектоники от ордовика-силура до девона. Возможно, что поверхность каменноугольных отложений наследует нижележащие поверхности, но из-за герцинского несогласия около трети структур карбона может быть срезано эрозией.

Большую роль в строении осадочного чехла играют разрывные нарушения, секущие толщу палеозоя и постепенно теряющие амплитуду в мезозойских отложениях. По данным интерпретации материалов сейсморазведки тектонические нарушения, контролирующие поднятия, затухают вверх по разрезу и, следовательно, не всегда играют главенствующую роль в формировании ловушек нефти. Как правило, выявленные структуры бассейна небольшого размера и малой амплитуды, поэтому для их подготовки к глубокому бурению необходимы исследования сейсморазведочными работами с высокой плотностью наблюдений.

По условиям нефтегазоносности бассейн Гедамес (Ghadamis) относится к Западно-Ливийской (Триполитанской) области, которая тесно связана с Восточно-Алжирской нефтегазоносной областью и, возможно, является ее продолжением.

В геологическом разрезе бассейна Гедамес (Ghadamis) нефтеносность связана с широким стратиграфическим диапазоном осадочных образований от кембрийского до мелового возрастов. Ловушками УВ являются в основном антиклинальные структуры, осложненные тектоническими нарушениями, стратиграфическими несогласиями и литологической изменчивостью пластов.

Анализ палеозойских отложений показал значительное количество пластов-коллекторов в данном интервале разреза. В наиболее раннем по возрасту кембрийском интервале в юго-восточной части бассейна нефтеносных объектов не обнаружено, однако это не исключает роль кембрия как перспективного объекта, нефтеносность которого подтверждена на севере (месторождение Rhorde и гигантское месторождение Hassi Messaoud в Алжире).

Нефтеносность ордовикских пластов-коллекторов в пределах бассейна Гедамес (Ghadamis) установлена в шести месторождениях. Ловушки УВ, в основном, структурного типа с литологическими и стратиграфическими ограничениями.

Силурийские нефтяные залежи в бассейне открыты на 42 месторождениях. Ловушки все структурно-стратиграфического типа. Силурийские сланцы формации Tanezzuft и, в определенной мере, формации Akakus являются наиболее важными нефтематеринскими породами в бассейне.

Подтверждена промышленная нефтеносность также девонских, каменноугольных и меловых отложений. Наиболее перспективными по значимости на выявление залежей УВ являются отложения силурийской, девонской и каменноугольной систем следующих формаций: основные – f. Tahara, f. Tadrart, f. Mamuniyat, второстепенные – AWB, AWA, f. Akakus. Однако менее изученные – верхняя (триас, юра, мел) и нижняя (ордовик-кембрий) – части разреза также имеют достаточную значимость как нефтегазоносные объекты, что однозначно дает возможность открытия новых крупных месторождений в Ливии.

### Литература

BP statistical review of world energy. Июнь, 2012. [http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Statistical-Review-2012/statistical\\_review\\_of\\_world\\_energy\\_2012.pdf](http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Statistical-Review-2012/statistical_review_of_world_energy_2012.pdf)

Hassan S. Hassan. Libyan Oil Basins. 2013. <http://www.sepmstrata.org/page.aspx?pageid=141>

### Сведения об авторах

*Раис Салихович Хисамов* – Главный геолог – зам. генерального директора ОАО «Татнефть», доктор геол.-мин. наук, профессор.

423450, Альметьевск, ул. Ленина, 75. Тел: (8553)307-117.

*Накип Салахович Гатиятуллин* – Начальник Татарского геологоразведочного управления ОАО «Татнефть», доктор геол.-мин. наук.

420111, Казань, ул. Чернышевского, 23/25.  
Тел: (843)292-67-71

*Тимур Рустамович Гилязов* – Главный геолог NIS-Petrol S.R.L. (НИС Газпром нефть, Румыния).

Romania, Timsoara, bul. Take Ionescu 52

## Some aspects of Libyan tectonics

*R.S. Khisamov, N.S. Gatiyatullin, T.R. Gilyazov*

JSC Tatneft, Almet'yevsk, Russia; Tatar Geological Exploration Department, JSC Tatneft, Kazan, Russia, e-mail: [tgru@tatneft.ru](mailto:tgru@tatneft.ru)  
NIS-Petrol S.R.L., Romania, Timsoara, e-mail: [giltimrus@mail.ru](mailto:giltimrus@mail.ru)

**Abstract.** The article describes the main tectonic stages that have formed geological shape of modern Libya, and characterizes the most promising oil and gas sedimentary basins and deposits. The most promising deposits for identification of hydrocarbons are Silurian, Devonian and Carboniferous deposits of the following formations: basic - f. Tahara, f. Tadrart, f. Mamuniyat, and secondary – AWB, AWA, f. Akakus. The less studied upper part (Triassic, Jurassic, Cretaceous) and lower part (Ordovician-Cambrian) of the section are also valuable as oil and gas bearing objects which makes possible discovering new large oil and gas fields in Libya.

**Keywords:** deformation, basin, stage, trap.

### References

BP statistical review of world energy. June, 2012. <http://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/Statistical-Review-2012>

Hassan S. Hassan. Libyan Oil Basins. 2013. <http://www.sepmstrata.org/page.aspx?pageid=141>

### Information about authors

*Rais S. Khisamov* – Dr. Sci. (Geol. and Min.), Deputy General Director – Chief Geologist of JSC Tatneft  
423400, Russia, Almet'yevsk, Lenin St. 75

*Nakip S. Gatiyatullin* – Dr. Sci. (Geol. and Min.), Head of Tatar Geological Exploration Department, JSC Tatneft  
420111, Russia, Kazan, Chernyshevsky St. 23/25  
Tel: +7 (843) 292-67-71

*Timur R. Gilyazov* – Geology and Exploration Sector Director – Chief Geologist, NIS-Petrol S.R.L.  
Romania, Timsoara, bul. Take Ionescu 52