
<https://doi.org/10.15407/gpimo2019.03.042>

Н.И. Евдошук¹, Х.З. Мухтарова²

¹ Институт геологических наук НАН Украины, Киев

² Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, Баку

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ НА ФОРМИРОВАНИЕ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ СТРУКТУР БАКИНСКОГО АРХИПЕЛАГА

Актуальность работы обусловлена необходимостью расширения ресурсной базы углеводородов западного борта Южно-Каспийского бассейна и увеличения добычи на некоторых нефтегазовых месторождениях Бакинского Архипелага. Эти исследования могут предоставить более достоверную информацию по изучаемым структурам, а полученные результаты могут способствовать дальнейшему открытию новых структур с углеводородным потенциалом именно в этой зоне Южно-Каспийского бассейна.

Целью работы является определение характера развития структур Аран-дениз, Дашлы, Сабаиль, палеогеографических, термобарических условий и скорости осадконакопления для оценки перспектив нефтегазоносности изучаемой зоны.

Построены и проанализированы схематическая карта, палеогеографическая гистограмма, графики скорости осадконакопления отдельных структур, палеотектонические профили, диаграмма изменения высоты складок в зависимости от времени. На основании этих данных проведена палеотектоническая и палеогеографическая реконструкция исследуемого региона и на основе накопленных палеогеографических данных построена тектоническая модель, отражающая палеотектонические особенности изучаемой территории, а также зоны осадконакопления.

Изучение геологического развития локальных структур Аран-дениз, Дашлы и Сабаиль показало, что их развитие имеет конседиментационный характер, а палеогеографические условия и скорости осадконакопления по отдельным стратиграфическим единицам благоприятствовали накоплению в породах разреза органического вещества выше кларковского числа; осложнение локальных структур грязевым вулканизмом дает возможность прийти к выводу о достаточно благоприятных термобарических условиях для генерации нефти и газа потенциально продуктивными пластами.

Ключевые слова: бассейн, структура, перспективность, литология, углеводороды, порода, впадина, нарушение, свита, месторождение.

Начало геологического изучения Бакинского архипелага положено в середине XIX века и тесно связано с именем крупнейшего представителя геологического мира академика Г.В. Абиха.

Наиболее ранние сведения о геологическом строении острова относятся к 1859 г. Г.В. Абих, побывавший на острове после из-

© Н.И. ЕВДОШУК, Х.З. МУХТАРОВА, 2019

вержения, отметил наличие на нём трёх кратерных образований. По его мнению, остров является далёким сегментом грязевого вулкана, кратер которого расположен в море. Им была составлена и первая тектоническая схема Бакинского архипелага. В схеме Г.В. Абих достаточно отчётливо даёт основные черты тектоники района и указывает, что все острова архипелага лежат на параллельных линиях двух различных систем, пересекающихся под острыми углами. При этом грязевые вулканы, расположенные на суше, также подчиняются законам линейного распределения. Это положение ученым описывается как четыре «параллели», образованные островами Бакинского архипелага.

После долгого перерыва К.П. Калецким (1921 г.) и С.Р. Зубором (1922 г.) была предпринята попытка составить новую тектоническую схему Бакинского архипелага, однако эти построения целиком исходили из концепции Г.В. Абиха и по существу ничем не отличались от его схемы.

В 1946—47 гг. морской отряд Азербайджанской нефтяной экспедиции проводил широкое изучение данных осадков Абшеронского и Бакинского архипелагов. Однако эти работы также не могли дать достаточного геологического материала для правильного направления разведочного бурения и явились первым шагом широкого и планомерного изучения морских структур, которое началось с 1949 года.

Схематическое и планомерное изучение геологического строения акватории в районе острова началось в 1950 г. В широком масштабе было проведено структурно-картировочное и поисковое бурение. На первом этапе (1950—1953 гг.) результаты были получены картировочным бурением. Кроме картировочного бурения, на площади геолого-поисковых работ в море было пробурено 5 структурно-поисковых скважин. Скважина № 5 пробурена с основания в море на расстоянии 2 км к юго-востоку от острова. Общий объём проходки структурно-поискового бурения составил 2421,5 м. Кроме того, в 1953—1957 гг. на площади острова бурились 2 разведочные скважины. Установлено, что антиклинальное поднятие Санги-Мугань-дениз имеет СЗ-ЮВ простирание и осложнено в северо-западной перекинальной части сбросом, разделяющим складку на две части: северо-западную опущенную и юго-восточную приподнятую.

В 1955 г. в районе острова проводилось картировочное бурение с целью уточнения геологической карты и выяснения осложнённых зон. Была закартирована полоса мелководья, начиная от о. Гарасу на СЗ зон и составлена геологическая карта антиклинальной зоны Хамамдаг-дениз-Санги-Мугань, Арам-дениз-Дашлы в масштабе 1:25000. Установлено, что СЗ перекиналь опущена по отношению к остальной части структуры.

В 1956—1957 гг. на площади острова хорошие результаты были получены морской сейсморазведкой методом отражённых волн, которая проводилась здесь в значительном объёме. Для этой площади составлена схематичная структурная карта.

В 1956—1958 гг. на острове пробурено 8 структурно-поисковых скважин, причём одна скважина № 14 на Савейко, между поднятиями Хамамдаг-дениз-Санги-Мугань.

На территории Бакинского архипелага по данным поверхностных отложений и бурения распространены отложения диатомовой свиты, продуктивной толщи (ПТ), ачкагыльского и абшеронского ярусов, древние каспийские и сов-

ременные образования. Значительные участки, прилегающие непосредственно к грязевым вулканам, выполнены сопочной брекчией, которая не только заполняет кратеры ныне действующих и потухших вулканов, но и встречается в виде погребённых пластов, особенно в переклиналильных частях складок Бакинского архипелага в верхней части разреза ПТ, а также в ачкагыле, абшероне и в толще древнекаспийских отложений.

В Бакинском архипелаге выделяется 7 антиклинальных зон: антиклинальная зона Сангачал-дениз-Хере-Зыря дениз, антиклинальная зона Алятской гряды, антиклинальная зона Пирсагат-Санги-Мугань-Дашлы, антиклинальная зона Галмаз-Бяндован-Мугань дениз, антиклинальная зона Янан-Тава-Аташгях, антиклинальная зона Нефтчала-Курдаши, Кызылагачская антиклинальная зона. Антиклинальные зоны Бакинского архипелага сильно дислоцированы, во многих случаях асимметричны, углы падения на крыльях достигают $35\text{--}40^\circ$, иногда $45\text{--}55^\circ$. С удалением от свода к крыльям складок слои резко выполаживаются. Подобное выполаживание происходит также с глубиной.

За последние годы в результате поисково-разведочных работ бурением глубоких скважин и комплекса геофизических исследований получены новые данные о тектонике Бакинского архипелага в отдельности. Эти данные позволили внести определённые уточнения ряда структур и выявить критерии прогнозирования УВ скоплений в районе исследований. С этой целью составлена структурная карта по кровле нижнего отдела ПТ. Характерной чертой тектоники района является осложнение структур и антиклинальных зон не менее чем двумя нарушениями, с наклоном сместителя основного нарушения на север. Этими нарушениями складки делятся на ЮЗ крыло-блок, центральный присводовый блок, заключенный между ними, и СВ крыло-блок. Каждый из указанных блоков в свою очередь раздроблен поперечными нарушениями на более мелкие тектонические поля, придающие мозаичное строение всей структуре. Продольные нарушения носят взбросовый характер, а поперечные — сбросовый.

Поднятие расположено к ЮВ от острова. Сам остров, сложенный сопочной брекчией, приурочен к северо-западной периклиналильной части ЮЗ крыла поднятия. Наличие этого поднятия было установлено в 1951 г. картировочным бурением.

Поднятие острова представляет собой сложенную плиоцен-четвертичными отложениями слегка асимметричную брахиантиклиналь общекавказского направления. СВ крыло её более крутое ($30\text{--}40^\circ$), чем ЮЗ ($20\text{--}30^\circ$). Складка осложнена двумя продольными нарушениями, по которым её осевая полоса приподнята, благодаря чему здесь на поверхность оказались выведенными отложения ПТ. Структура осложнена также поперечным разрывом.

Северо-восточная часть Бакинского архипелага характеризуется многочисленными естественными нефтегазопроявлениями, связанными с грязевыми вулканами и издавна привлекающими к себе внимание исследователей. Наиболее мощные газопроявления были отмечены при извержении грязевых вулканов Сабаиль, Харе-Зыря, Гиль, Гарасу, Санги-Мугань и др.

Эти извержения сопровождалась выносом огромного количества газа, воспламенение которого сопровождалось образованием огненных столбов высотой в несколько десятков, а иногда и сотен метров. Многочисленные проявления нефти и газа отмечены в процессе проходки структурно-разведочных скважин на

площадях Сангачал-дениз-Дуванны-дениз, Харе-Зыря, Санги-Мугань и др. отложений ПТ, абшеронского яруса, антропогена и грязевулканических брекчий.

Результаты опробования, характер нефтегазопроявлений, а также геологическое строение структур северо-восточной части Бакинского архипелага показывают, что в пределах исследуемого района отложения древнего Каспия, абшеронского яруса, акчагыльского яруса и верхней части ПТ не содержат промышленных залежей нефти и газа. Сильные газонефтепроявления в скважинах из указанных отложений связаны с разрывами. Почти все скважины, в которых отмечались нефтегазопроявления, пробурены вблизи разрывов, а некоторые пересекали их. В скважинах, пробуренных вдали от нарушений, нефтегазопроявления не отмечались.

Осложненные грязевым вулканизмом структуры Аран-дениз-Дашлы и Сабаиль расположены в центральной части Бакинского архипелага в антиклинальной тектонической зоне Хамамдаг-Азизбеков. Как известно, Хамамдаг-Азизбековская тектоническая зона находится в Алятской гряде юго-восточного Гобустана и протягивается в море на более чем 50 км от Пирсаатского мыса [1, 3, 14, 19, 20].

Антиклинальная зона объединяет в себе следующие структуры: Хамамдаг, Гарасу, Ульфат, Санги-Мугань, Аран-дениз, Дашлы, Сабаиль, Нахичевань и Азизбеков, которые осложнены разломами различных направлений: поперечными, продольными, радиальными, и, помимо этого, ситуация усугубляется наличием грязевых вулканов [2, 22]. Надо отметить, что продольные разломы прослеживаются по всей зоне и имеют региональный характер. Разломы в молодых породах имеют относительно мелкие амплитуды. Сводовая часть этих структур, которые имеют в юго-восточном направлении ступенчато-блоковое тектоническое строение, сильно осложнена разломами (рис. 1 а, б, в).

По данным проведенных геологических исследований были изучены породы стратиграфических комплексов четвертичного периода и палеогена, которые участвуют в геологическом строении структур Аран-дениз, Дашлы и Сабаиль [1, 4, 9, 19, 20].

Поднятие Аран-дениз расположено к юго-востоку от поднятия Гарасу, и, горизонтально перемещаясь в юго-западном направлении, кулисообразно соединяется с ним. Структура Аран-дениз асимметрична: юго-западное крыло характеризуется более крутым углом залегания в $20\text{--}35^\circ$, по сравнению с северо-восточным крылом (угол залегания $10\text{--}30^\circ$). Короткая северо-западная периклиналь структуры залегает под углом приблизительно в $30\text{--}32^\circ$ и является более крутой, а юго-восточная периклиналь — продолговатая и пологая ($18\text{--}20^\circ$) (рис. 1 а, б).

Как видно из структурно-тектонической карты, пласты, особенно верхнего отдела ПТ, сильно осложнены региональными разломами и грязевым вулканизмом, что является основной причиной усугубления ситуации. Судя по пластам верхнего отдела ПТ, обнажающимся на дневной поверхности в сводовой части структуры, ее размеры составляют 3—4,5 км.

Брахиморфная структура Дашлы расположена между структурами Аран-дениз и Сабаиль. По подошве акчагыльского яруса данное поднятие представляет собой слегка асимметричную складку СЗ-ЮВ простирания, характеризующуюся относительно круто ($20\text{--}25^\circ$) залегающим юго-западным и пологим северо-восточным крыльями. Размеры складки 9—4,5 км по стратоизогипсе 1200 м

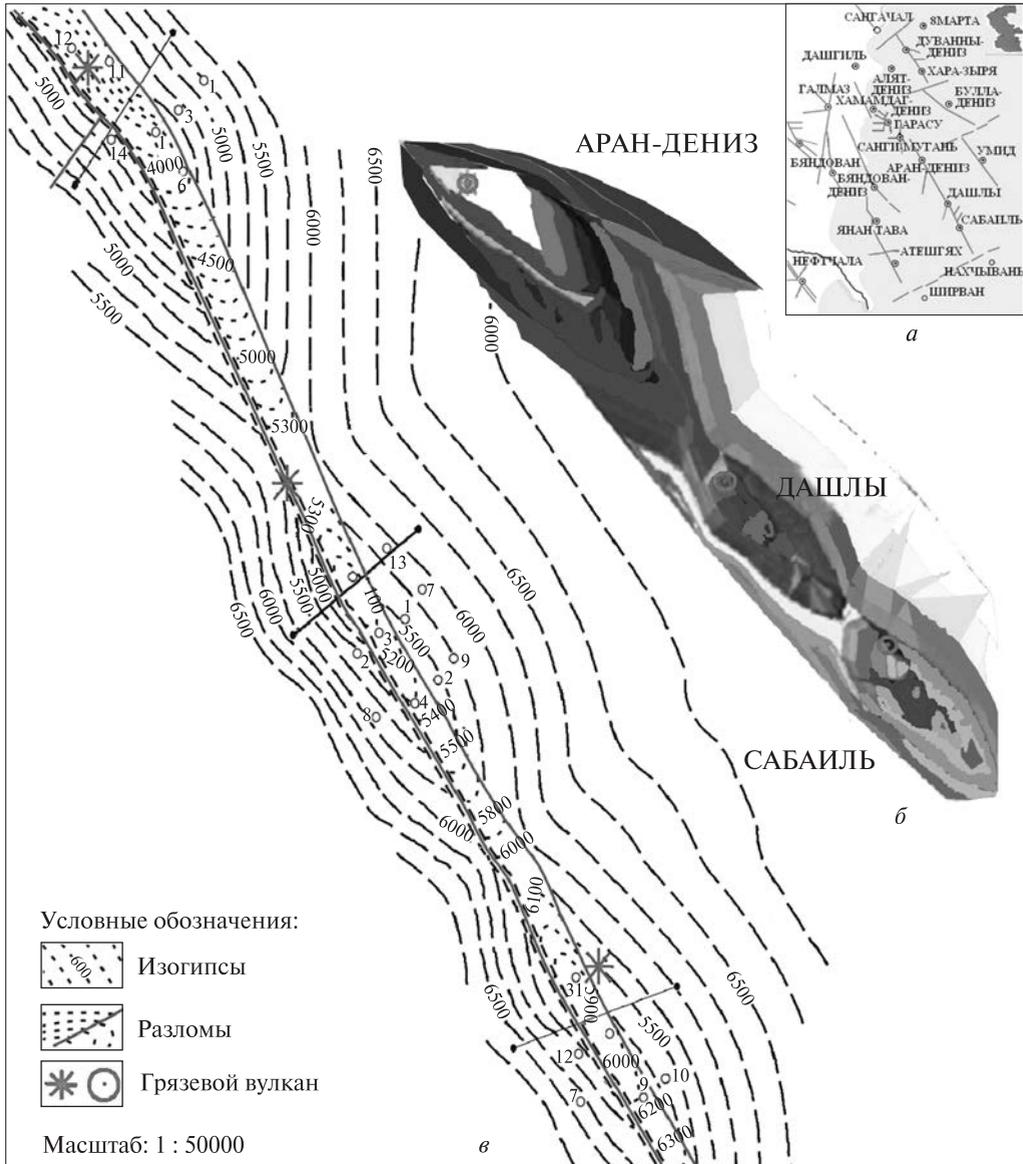


Рис. 1. Бакинский архипелаг: *а* — структурно-тектоническая схема, *б* — антиклинальная зона Аран-дениз-Дашлы-Сабайль, *в* — тектоническая модель по кровле свиты «Фасиля» на основе палеогеографических данных

свидетельствуют о том, что данное поднятие является короткой брахискладкой, близкой к изометричной [5, 7, 13].

Структура осложнена продольными и поперечными разломами. Гипсометрически более низкое, по отношению к соседним блокам, положение центрального тектонического блока продольного простирания, расположенного в сводовой части складки вдоль продольных разломов, создает систему тектонических блоков грабенового типа [10, 12, 23]. Вся зона Аран-дениз-Дашлы расчленена продольными разломами на три блока: юго-западный (юго-западное крыло), центральный (приосевая часть) и северо-восточный (северо-восточное крыло) (рис. 1 б, в).

Изучаемая третья антиклинальная структура Сабаиль расположена юго-восточнее структуры Аран-дениз и относится к Хамамдаг-дениз-Сабаильской антиклинальной линии, которая простирается с северо-запада на юго-восток. Это поднятие является антиклинальной складкой СЗ-ЮВ простирания. Размеры этой относительно малоизученной структуры, по предполагаемой изолинии в 1400 м, а также изолинии в 1600 м, приблизительно составляют 7,5—4 км. Предположительная амплитуда разломов колеблется в пределах 350—450 м. Горизонты верхнего отдела ПТ (нижний плиоцен) залегают на глубине приблизительно 1000 м, и вероятная мощность этих отложений составляет около 4700—4800 м (рис. 1, в) [11].

Для детального изучения и оценки нефтегазоносности ПТ в Сабаильской антиклинале в 1991 г. было начато бурение скважины с проектной глубиной 6300 м, седьмой горизонт был вскрыт на интервале 5860—6000 м. При опробовании объекта на глубине 5972—5975 м получена пластовая вода с растворенным в ней газом дебитом 700 м³/сут. [10, 13].

По промыслово-геофизическим данным интервал глубин 5968—5977 м оценивался как нефтегазоносный, но, несмотря на это, опробование на данном объекте не проводилось.

Сравнение структур, которые находятся в одной и той же зоне, но на разных антиклинальных линиях, дает возможность использовать информацию о любой из них в качестве дополнительной.

Все изучаемые структуры осложнены разрывными нарушениями, имеющими свои особенности и отличительные параметры для каждого объекта, что дает возможность утверждать, что тектоническая обстановка и развитие, а также доминирующие силы горизонтального либо вертикального характера, участвующие в образовании складок, отличались друг от друга (рис. 1 б, в) [12, 23].

Основной целью исследований является изучение палеогеографических условий и скорости осадконакопления, палеотектонических условий образования складок и разломов, а также оценка нефтегазоносности в эоцен-четвертичный геологический промежуток времени. Одновременно был изучен характер сформировавшихся нефтематеринских, коллекторских пород и покрывок, которые играют важную роль в образовании (при благоприятных термобарических условиях), накоплении и предотвращении разрушения уже сформировавшихся углеводородных залежей, оценены перспективы нефтегазоносности зоны. Комплексно изучая зону с точки зрения нефтегазоносности, особое внимание следует обратить на тектонические процессы, сопровождающиеся осадконакоплением и складкообразованием [15, 16, 21, 23].

Полученные данные по изучению палеогеографических условий дают возможность детальной оценки перспективности объектов в целом и отдельных горизонтов ПТ в частности [6, 15, 24].

Для изучения палеогеографических условий осадконакопления нами проанализирован средненормальный литолого-стратиграфический разрез, на основе которого была составлена палеогеографическая гистограмма (рис. 2). Данная гистограмма дала возможность установить палеогеографические условия осадконакопления от эоцена до современного времени (четвертичный век, плейстоцен).

На палеогеографической гистограмме видно, что глубина бассейна в эоцене была между средней и малой, и именно эти условия способствовали накопле-

нию пелитовой и псаммитовой фаций. В майкопском веке бассейн в основном был средней глубины и была накоплена пелитовая фация большой мощности [8, 17, 18, 21].

В начале чокракского века по причине устойчивого воздымания дна бассейна была сформирована псаммитовая фация. В середине и к концу этого века под влиянием неустойчивых тектонических движений разного характера глубина бассейна колебалась между средней и большой величинами, и в результате была сформирована сначала пелитовая, а во второй половине века карбонатная фации.

К началу диатомового века бассейн постепенно мелел. Поэтому в караганском полувеке в бассейне существовали положительные условия для формирования псаммитовой фации. Пелитовые отложения конкского возраста, перекрывающие караганские отложения, дают возможность прийти к выводу об относительно углублении бассейна.

Надо отметить, что бассейн, сформировавшийся в калинском веке продуктивной толщи, подвергался воздействию отрицательных тектонических сил, и в результате в этой глубокой котловине с относительно небольшой площадью сформировалась в основном глинистая литофация. Начиная с калинского века вплоть до акчагыльского дно котловины подвергалось ритмическим тектоническим движениям отрицательного и положительного характера.

Подверженность тектоническим движениям приводила к изменению ее глубины, что соответствовало отдельным геологическим векам и полувекам, и, наряду с этим, площадь котловины увеличивалась с каждым новым ритмическим движением. Обобщая происходившее, надо отметить, что в этот промежуток времени была сформирована в основном пелитовая фация, которая чередовалась с псаммитовыми пластами.

Начиная с акчагыльского века до конца нижнего абшерона в подвергавшемся воздымательным силам бассейне происходило обмеление, где сформировалась псаммитовая фация, а в начале среднего абшерона под воздействием отрицательных тектонических движений в бассейне произошло резкое углубление, в результате чего за относительно короткое геологическое время была сформирована карбонатная фация.

В тюрканском и бакинском полувеках дно бассейна устойчиво опускалось, сформировавшиеся здесь глинистые пласты характеризуются значительной мощностью. Начиная со второй половины бакинского до середины хазарского полувеков глубина бассейна ритмически колебалась между средней и малой. В хазарском полувеке бассейн обмелел настолько, что в результате сформировалась псефитовая фация относительно малой мощности. В конце хазарского и в начале хвалынского полувеков глубина бассейна характеризуется колебанием в пределах кратковременного мелководья и относительно более длительной средней глубины.

Обобщая характер изменчивости палеогеографической кривой, для изучаемого стратиграфического интервала укажем, что глубина бассейна всей зоны исследования колебалась в основном между средней и малой, при относительно доминирующей средней глубине, в результате чего в средне-стратиграфическом разрезе на площадях Аран-дениз-Дашлы и Сабаиль доминирует пелитовая фация.

Как известно, в потенциальных нефтематеринских пластах между концентрацией органического вещества (ОВ) и скоростью осадконакопления существует

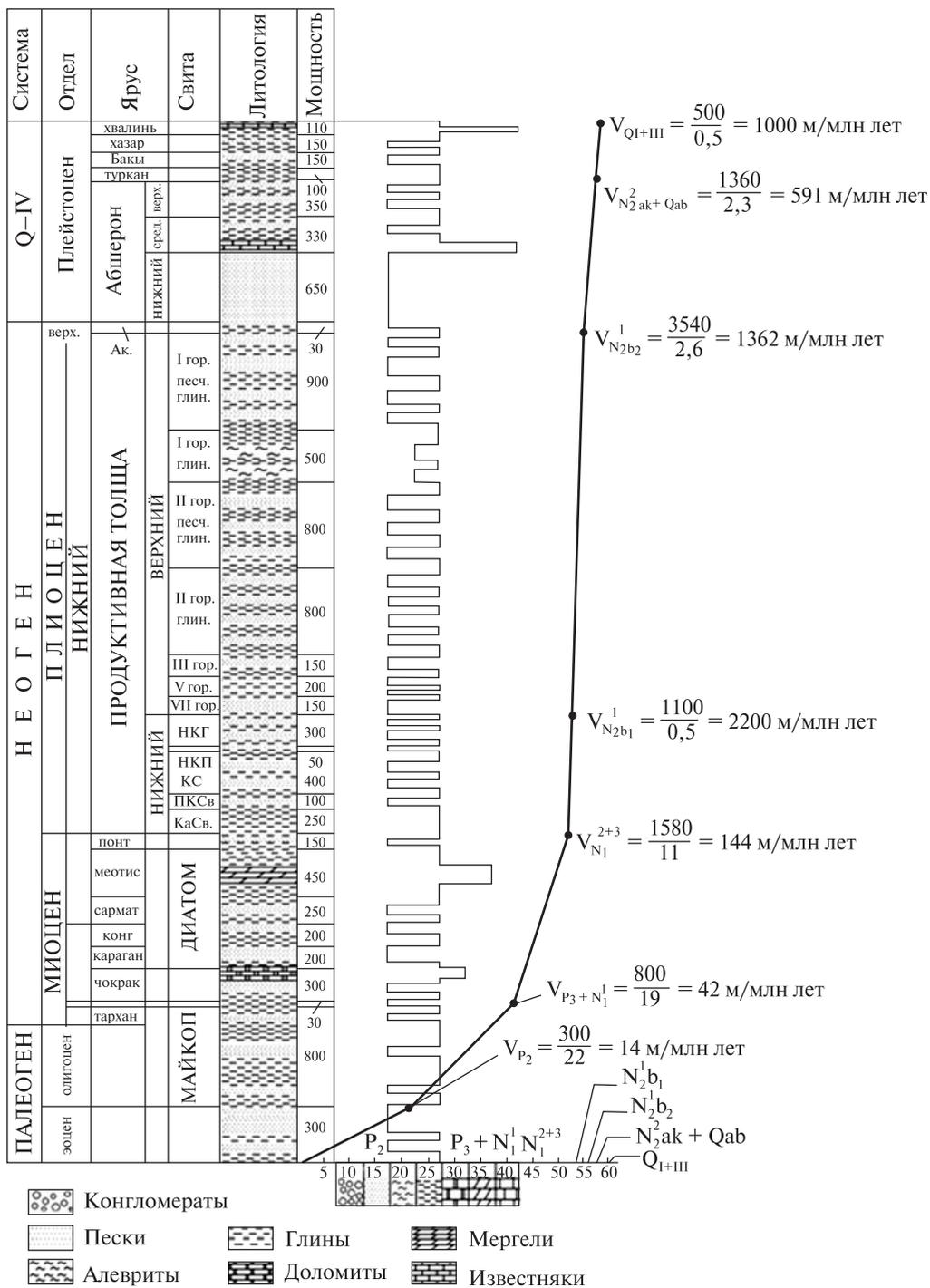


Рис. 2. Палеогеографическая кривая и график складкообразования структур

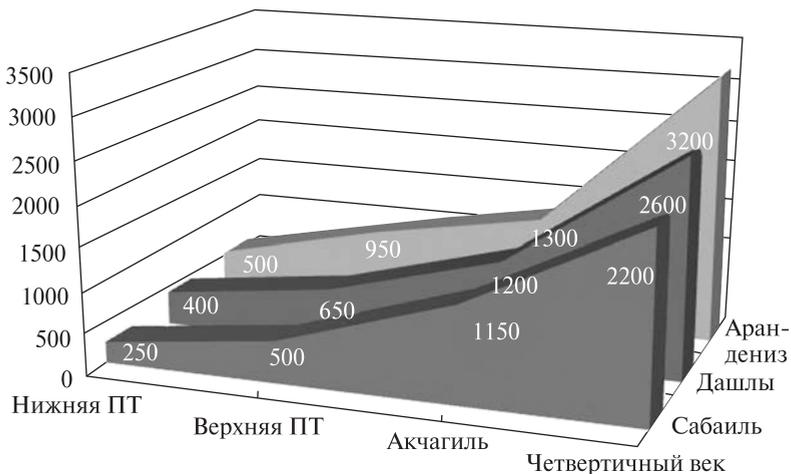


Рис. 3. Диаграмма изменения высоты складок в зависимости от времени

прямая зависимость. Если скорость осадконакопления изменяется между 20—130 м/млн лет, то в таких бассейнах потенциал нефтематеринских пластов оценивается как высокий, и в этих осадках (породах) количество ОВ достигает, приблизительно, двух процентов. Однако при превышении скорости 1600 м/млн лет концентрация ОВ в осадках начинает уменьшаться [6, 15].

Анализ палеогеографической гистограммы и скорости осадконакопления показывает, что в эоценовую эпоху она не была высокой, т. е. осадконакопление происходило умеренными темпами, составляя 14 м/млн лет (рис. 3). Естественно, при таком темпе осадконакопления количество ОВ в осадках не может быть значительным.

При формировании пород майкопской серии скорость осадконакопления составляла более 42 м/млн лет. Учитывая то, что в это геологическое время в Южно-Каспийском бассейне (ЮКБ) при накоплении осадков дно бассейна погрузилось приблизительно до 400 м и осадки накапливались в бассейне, характеризующемся стоячими условиями, то именно этот период времени и палеогеографические условия можно принять в качестве самых благоприятных для сохранения ОВ в потенциальных нефтематеринских пластах.

Отметим, что в среднем и верхнем миоцене скорость осадконакопления составляла 144 м/млн лет, что является показателем наличия большого количества ОВ, а глинистость диатомовой свиты, которая составляет подавляющую часть отложений всего миоценового периода, указывает на наличие потенциальных нефтематеринских пластов и высокую сохранность ОВ.

В нижнем полувеке ПТ скорость осадконакопления в бассейне составляла 2200 м/млн лет. Этот показатель дает возможность охарактеризовать эту достаточно высокую скорость накопления осадков как неблагоприятную, т. к. при данных условиях количество (концентрация) накопленных и сохранившихся органических веществ в пластах заметно уступало количеству ОВ в породах, сформировавшихся в более благоприятных условиях осадконакопления в течение верхней части нижнего отдела ПТ. При такой большой скорости осадконакопления ОВ накапливалось в недостаточном количестве, чем можно объяснить

низкий потенциал генерации УВ в сформировавшихся нефтегазопорождающих образованиях. В верхнем полувеке ПТ скорость осадконакопления составляла 1362 м/млн лет. При такой скорости потенциал нефтематеринских пластов может достичь 10 %, а иногда и более. Как видно из вышеизложенного, в породах ПТ количество органического вещества на порядок больше кларкового числа и эти условия позволяют нефтематеринским породам порождать промышленные запасы нефти. Проведённые исследования показывают, что особенно верхний полуярус ПТ пока не полной своей мощностью вошел в главную зону нефтегенерации. По этой причине коллекторы ПТ насыщаются углеводородами в основном за счёт нижележащих (например, майкоп, диатом) нефтегенерирующих пластов, которые в данное геологическое время генерируют углеводороды.

В позднем плиоценовом полувеке, т.е. в акчагыльскую и абшеронскую эпохи, скорость осадконакопления составляла 591 м/млн лет. Как видно из литолого-стратиграфического разреза, осадки, накопленные в этот век, однозначно сложены псаммитовой фацией. Это дает возможность предположить, что, несмотря на высокую скорость осадконакопления, потенциал нефтегазогенерации практически нулевой ввиду отсутствия в разрезе нефтематеринских пластов.

Наконец, при изучении пород четвертичных осадков, содержащих нефтематеринские пласты, было установлено, что в данный геологический промежуток скорость осадконакопления составляла приблизительно 1000 м/млн лет. Установлено, что в этих потенциальных нефтематеринских породах был образован углеводородный газ. Однако по причине того, что эти породы в данный момент не были вовлечены в главную зону нефтегенерации, об их потенциале нефтеобразования говорить пока рано.

Из вышеизложенного можно прийти к выводу о том, что в рассматриваемом стратиграфическом интервале к основным нефтегенерирующим комплексам можно отнести майкопские, средне-, верхнемиоценовые породы и ПТ.

Как известно, одним из эффективных методов прогнозирования нефтеносности недр земли является изучение истории развития локальных поднятий [18, 22]. В связи с этим нами проанализирован ряд палеопрофилей по нижней и верхней ПТ и к концу абшеронского века с использованием данных двух поперечных сейсмогеологических профилей, проходящих по структурам Аран-дениз, Дашлы, Сабаиль. Кроме этого, были построены графики интенсивности развития структур (таблица, рис. 3).

По палеопрофилю к концу нижней продуктивной толщи структуры Аран-дениз видно, что складка была выражена уже в начале ПТ, а это показывает, что в изучаемой зоне поднятие начало свое развитие не позднее начала плиоцена.

Изменение высоты складок согласно их развитию в соответствующих стратиграфических единицах

Структуры	Нижняя ПТ		Верхняя ПТ		Акчагиль		Четвертичный век	
	Н, м	Т, млн лет	Н, м	Т, млн лет	Н, м	Т, млн лет	Н, м	Т, млн лет
Аран-дениз	500	0,5	950	2,6	1300	1,7	3200	0,4
Дашлы	400		650		1200		2600	
Сабаиль	250		500		1150		2200	

По этой причине мощность осадков (пластов) нижней ПТ в сводовой части структуры значительно меньше по сравнению с крыльевыми зонами. Надо отметить, что к концу нижней продуктивной толщи высота структуры Аран-дениз достигала 500 м.

Развитие складки продолжалось с меньшей интенсивностью и в верхней ПТ, что можно проследить в разнице мощностей в сводовой и крыльевой частях складок. Кроме этого, в верхнем полувеке ПТ сводовая часть структуры была осложнена разрывными нарушениями сбросового характера. Скорость развития структуры, по сравнению с началом века продуктивной толщи, постепенно уменьшалась и в этом полувеке её высота достигала 400 м.

Палеопрофили, которые проясняют ситуацию к концу абшеронского века, показывают, что развитие структуры продолжалось и характеризовалось разностью в интенсивности осадконакопления в крыльях, т. е. осадконакопление на юго-западном крыле проходило относительно более интенсивно, чем на северо-восточном. Интенсивность развития структуры постепенно уменьшалась и это продолжалось как в позднем плиоцене, так и в начале четвертичного века. В результате затухания в развитии структуры, что привело к ее погребению, высота структуры Аран-дениз составила лишь 300 м. Различная интенсивность формирования крыльев могла обусловить наличие взбросового нарушения в сводовой части этой структуры.

Надо отметить, что в четвертичном веке результатом увеличения темпа роста структуры стало образование дополнительных разрывных нарушений разного масштаба и направления в ее присводовой части. В результате интенсивных положительных тектонических движений высота поднятия Аран-дениз в четвертичном веке достигла 2000 м. К тому же в результате высокой скорости вздымания структуры, превосходившей скорость осадконакопления, в сводовой части структуры не присутствуют породы четвертичного века, а около 400 м осадков верхнего плиоцена были размывы.

Развитие поднятий Дашлы и Сабаиль началось не позже конца миоценового века. Их высота к концу нижней продуктивной толщи достигала 400 м. В верхней продуктивной толще формирование этих структур относительно замедлилось и в результате, к концу этого века, их высота составила, соответственно, 600 и 500 м. Несмотря на то, что в процессе роста этих поднятий скорость структуры Дашлы превосходила скорость структуры Сабаиль, в позднем плиоцене её высота достигала всего лишь 1100 м.

Исследование показывает, что в четвертичном веке скорость вздымания этих двух структур — Дашлы и Сабаиль, резко повысилась.

По сейсмогеологическим профилям в синклиналиных впадинах, смежных со структурой Дашлы, мощность четвертичных отложений составляет 2600 м. По профильной линии высота складки Дашлы в настоящее время составляет 2400, а структуры Сабаиль — 2200 м. Однако надо отметить, что рассматриваемая линия профиля не проходит по своду структуры, и поэтому нет возможности судить об истинной ее высоте. Все вышеуказанное наблюдается как в юго-западном, так и в северо-восточном направлениях.

Кроме этого, исследования показывают, что все структуры начали свое развитие уже в конце позднего миоцена и развитие происходило параллельно с осадконакоплением. Такое своеобразное развитие структур оказало свое влия-

ние на специфику локального распределения привнесенного в бассейн осадочного материала. Эти условия стали причинами того, что в синклинальных впадинах вокруг складок были сформированы в основном глинистые образования, тогда как в сводовых и относительно возвышенных частях структур были накоплены пески и песчаники. Кроме этого, в сводовых и присводовых частях антиклиналей скорость осадконакопления пропорционально уменьшалась в соответствии с интенсивностью их развития.

Наряду с этим можно предположить, что средне- и верхнемиоценовые отложения мощностью 2,5—3,0 км создали необходимое геостатическое давление над майкопскими глинами, начавшими адвекцию для запуска механизма поперечного изгиба при нарушении гидростатического равновесия в ЮКБ в пределах Бакинского архипелага [13].

В результате проведенных исследований выяснилось, что нарушение гидростатического равновесия в ЮКБ могло произойти как за счет вертикальных движений отдельных блоков кристаллического фундамента вдоль глубинных разломов, так и за счет напряжений сжатия, возникших в осадочном чехле ЮКБ.

Главной причиной возникновения напряжений сжатия в осадочном чехле ЮКБ являются геодинамические процессы, связанные с зонами коллизии и остаточной субдукции [13, 15].

Анализ палеопрофилей показывает, что начало развития разломных нарушений тектонического характера совпадает с периодом самого интенсивного развития складок. В итоге большинство нарушений, осложняющих локальные структуры, либо начинали свое развитие в четвертичном периоде, либо же были реактивизированы. Этот процесс может стать причиной дегерметизации локальных поднятий. Если эти разрывные нарушения достигают дна бассейна, то они могут сыграть большую роль в разрушении и, возможно, в зависимости от обстановки, в повторном формировании залежей.

Особенности развития изучаемых нами локальных структур дают возможность высоко оценить перспективность их нефтегазоносности. Надо отметить, что складки, подвергшиеся глубокой эрозии и сильно осложненные тектоническими разломами, интересны с точки зрения нефтеносности, а слабо осложненные, или почти не подвергшиеся эрозии могут считаться более благоприятными для формирования в них газовых и газоконденсатных залежей.

В настоящее время в Бакинском архипелаге выявлено около 45 антиклинальных структур. Промышленная нефтегазоносность установлена только в 7.

В первую очередь надо отметить, что перспективы нефтегазоносности Бакинского архипелага в основном связывается с VII, VIII горизонтами и ПК свитой ПТ, представленными алевритистыми песчаниками, нередко слабоуплотненными. По характеру они относятся к абшеронскому типу. На площади Сангачалдениз разрез ПК свиты резко заглинизирован, а редкие и маломощные (до 5 м), слабо проницаемые пласты не представляют интереса для песков промышленных скоплений нефти и газа. К площади Дуванны-дениз разрез ПК свиты представлен проницаемой пачкой мощностью до 40 м. В подошвенной части выделяется 7-метровый высокочемкостный пласт. Основные перспективы поисковых работ в Хамамдагской зоне поднятий связывают, прежде всего, с конечной площадью зоны — Сабайль, которая с площадью Дашлы составляет единую валоподобную структуру, разбитую как продольным, так и поперечными разрывами

на отдельные тектонические блоки. Развитие протяженных поперечных разрывов, имеющих очевидно, глубокое заложение, привело к горизонтальному смещению блоков и обоснованию перспективности ЮВ половины площади Сабаиль.

Все зоны проявления грязевого вулканизма Бакинского архипелага могут оцениваться как перспективно нефтегазоносные по плиоценовым, миоцен-палеогеновым отложениям, характеризующимися региональной нефтегазонасыщенностью и наличием благоприятных структурных условий.

По существу, все площади, осложнённые грязевулканическими проявлениями, могут быть рекомендованы к вводу в поисково-разведочное бурение, тем более, что сейсморазведочными исследованиями подтверждено наличие в их пределах положительных структурных форм.

Заключение

1. Анализ геологического развития локальных структур Аран-дениз, Дашлы и Сабаиль Бакинского архипелага показал, что их развитие имеет конседиментационный характер.

2. Исследование скорости осадконакопления по отдельным стратиграфическим единицам указало на наличие благоприятных палеогеографических условий для накопления в потенциальных нефтематеринских породах разреза органического вещества выше кларкового числа.

3. Осложнение локальных структур грязевым вулканизмом дает возможность прийти к выводу о том, что на территории существовали достаточно благоприятные термобарические условия для порождения потенциальными нефтематеринскими пластами нефти и газа.

4. Остров Санги-Мугань находится в центральной части Бакинского архипелага, на антиклинальной линии Хамамдаг-дениз-Сабаиль. Грязевые вулканы являются явными спутниками нефтегазоносности недр, что выдвигает их как поисковый признак для ведения разведочных работ в областях их распространения. Кроме того, по материалам продуктов их деятельности удаётся установить стратиграфический интервал отложений, слагающих район, их нефтегазонасыщенность. В связи с этим грязевые вулканы могут рассматриваться как «природные скважины».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдулгасанова Л.Д., Мамедова С.Р., Аллахвердиев Е.Г. Отчет по площадям Сангачал-дениз-Дуванны-дениз-Харе-Зыря в Бакинском архипелаге по двухмерным (2D) сейсморазведочным работам. Баку: Кешфийятгеофизика ОП, 2018. 147 с.
2. Алиев Ад. А. Грязевой вулканизм Южно-Каспийского нефтегазоносного бассейна. *Геол. и полезн. ископ. Мирового океана*. 2006. № 3. С. 12—21.
3. Бабаев Д.Х., Гаджиев А.Н. Глубинное строение и перспективы нефтегазоносности бассейна Каспийского моря. Баку: NAFTA Press, 2006. 305 с.
4. Багир-заде Ф.М., Керимов К.М., Салаев С.Г. Глубинное строение и нефтегазоносность Южно-Каспийской мегавпадины. Баку: Аз. Гос. Издат., 1987. 302 с.
5. Буниат-заде З.А., Салаев Н.С. Геолого-тектонические условия формирования приразрывных зон нефтегазонакопления в Южном Каспии. *Геолог Азербайджана*. 2000. № 4. С. 64—72.
6. Вассоевич Н.Б., Баженова О.К., Бурлин Ю.К. Нефтематеринский потенциал осадочных образований. *Итоги науки и техники*. Сер. Месторождения горючих полезных ископаемых. 1982. № 11. С. 37—43.

7. Высоцкий И.В., Высоцкий В.И. Формирование нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений. Москва: Недра, 1986. 228 с.
8. Гамкрелидзе И.П. Мобилизм и проблемы тектоники Кавказа. Проблемы геодинамики Кавказа. Москва: Наука, 1982. С. 4—8.
9. Каграманов К.Н., Мухтарова Х.З. Факторы, влияющие на формирование резервуаров крупных размеров и условия сохранения залежей нефти и газа на больших глубинах Южно-Каспийской впадины. *Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений*. 2016. № 3. С. 25—33.
10. Керимов В.Ю., Мухтарова Х.З., Мустаев Р.Н. Дизъюнктивные нарушения и их роль в формировании и разрушении залежей нефти и газа в Южном Каспии. *Нефть, газ и бизнес*. 2011. № 6. С. 18—26.
11. Нариманов Н.Р. Влияние геодинамических процессов на нефтегазообразование в Южно-Каспийской впадине. *Азербайджанское нефтяное хозяйство*. 2008. № 8. С. 13—18.
12. Нариманов Н.Р. Геодинамические аспекты формирования осадочного чехла Южно-Каспийской впадины. *Геология нефти и газа*. 2003. № 6. С. 7—11.
13. Нариманов Н.Р., Кулиев К.Г. Изучение истории развития локальных поднятий Бакинского архипелага аналитическим методом. *Известия Национальной Академии Наук Азербайджана. Науки о Земле*. 2003. № 1. С. 18—24.
14. Рахманов И.П. Грязевые вулканы и их значение в прогнозировании нефтегазоносности недр. Москва: Недра, 1987. 271 с.
15. Соколов Б.А. Эволюционно-динамические критерии оценки нефтегазоносности недр. Москва: Недра, 1985. 247 с.
16. Abdullayev E., Suzanne A.G. Leroy. Provenance of clay minerals in the sediments from the Pliocene Productive Series, western South Caspian Basin. *Marine and petroleum geology*. 2016. V. 73. P. 517—527.
17. Alizadeh A.A., Guliyev I.S., Kadirov F.A., Epelbaum L.V. Geosciences of Azerbaijan. *Geology*. 2016. V. I. P. 340.
18. Alizadeh A.A., Guliyev I.S., Kadirov F.A., Epelbaum L.V. Geosciences of Azerbaijan.: *Economic Geology and Applied Geophysics*. 2017. V. I — P. 340. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264817216300599?via%3Dihub>
19. Gahramanov G.N. Formation of the oil and gas reservoirs in deep water areas of the South Caspian Depression. *Earth Sciences Research Journal*. 2017. V. 21. № 4. P. 169—174. URL: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/esrj/article/view/64008>
20. Isgandarov M.M. Some Results of Modeling Electrical Resistivity (on the Example of Deposits of the South-Absheron Aquatic Zone and the Northern Part of the Baku Archipelago). *Socar proceedings*. 2017. Iss. 2. P. 4—12. URL: <http://proceedings.socar.az/az/journal/49>
21. Mamedov P.Z., Babayev D.Kh. South Caspian Megatrough Seismostratigraphy. AAPG International Conference. Nice, France, 1995. P. 527—539.
22. Mukhtarova K.Z., Nasibova G.J., Ahmadov M.G. The role of South-Eastern Gobustan and Absheron depression clays with rheologically active properties in formation of structures and mud volcanism. *American Collocational Researcher Association, Washington Educational Researcher*. 2016, December. № 9. P. 673—678
23. Narimanov N.R., Babayev N.A., Gahramanov G., Javad-Zadeh Z.. Cenozoic stage of development of local structures of the Lower Kura Depression and Baku Archipelago related to their oil and gas prospects. *Geological Journal*. 2018. V. 53. № 1. P. 1—12 URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/gj.3304>
24. Selley R.C. Elements of petroleum geology. 2nd ed. London: United Kingdom Academic Press, 1998. 479 p.

Статья поступила 25.08.2019

М.І. Євдошук, Х.З. Мухтарова

ВПЛИВ УМОВ ГЕОЛОГІЧНОГО РОЗВИТКУ НА ФОРМУВАННЯ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ СТРУКТУР БАКИНСЬКОГО АРХИПЕЛАГУ

Актуальність, обумовлена необхідністю розширення ресурсної бази вуглеводнів західного борту Південно-Каспійського басейну і збільшення видобутку на деяких нафтогазових родовищах Бакинського архіпелагу. Ці дослідження можуть сприяти подальшому відкриттю нових структур з вуглеводневим потенціалом саме в цій зоні Південно-Каспійського басейну.

Метою роботи є визначення характеру розвитку структур Аран-деніз, Дашли, Сабайль, палео-географічних, термобаричних умов і швидкості накопичення осадів для оцінки перспектив нафтогазоносності досліджуваної зони.

Побудовано та проаналізовано схематичну карту, палеогеографічну гістограму, графіки швидкості накопичення осадів окремих структур, палеотектонічні профілі, діаграма зміни висоти складок в залежності від часу. На підставі цих даних проведено палеотектонічні і палео-географічні реконструкції досліджуваного регіону і на основі палеогеографічних даних побудовано тектонічну модель, що відображає палеотектонічні особливості досліджуваної території, а також зони накопичення осадів.

Вивчення геологічного розвитку локальних структур Аран-Деніз, Дашли і Сабайль показало, що їх розвиток має конседиментаційний характер, а палеогеографічні умови і швидкості накопичення осадів за окремими стратиграфічними одиницями сприяли накопиченню в породах розрізу органічної речовини вище кларкового числа; ускладнення локальних структур грязьовим вулканізмом дає можливість прийти до висновку про досить сприятливі термобаричні умови для генерації нафти і газу потенційно продуктивними пластами.

Ключові слова: басейн, структура, перспективність, літологія, вуглеводні, порода, западина, порушення, світа, родовище.

М.І. Evdoschuk, K.Z. Mukhtarova

INFLUENCE OF GEOLOGICAL EVOLUTION CONDITIONS ON THE OIL AND GAS STRUCTURES FORMATION IN BAKU ARCHIPELAGO

The research relevance is backed by the need to expand the resource potential of some oilfields in Baku Archipelago.

The aim of the research is to determine structural evolution features of Aran-Deniz, Dashly, Sabail structures, paleogeographic, pressure and temperature conditions and sedimentation rate in order to evaluate oil and gas prospects of the investigated area.

Paleotectonic and paleogeographic reconstruction of the area under investigation were conducted using computer software and a tectonic model of the deposition zone was constructed based on paleogeographic data.

Study of the geologic evolution history of the local structures Aran-deniz, Dashli and Sabail showed that they have co-sedimentation character, and paleogeographic conditions and sedimentation rates of the certain stratigraphic units contributed to organic matter accumulation in section rocks above the Clarke number; complication of local structures by mud volcanoes shows quite favorable pressure and temperature conditions for oil and gas generation in potential productive layers.

Keywords: Basin, structure, opportunities, lithology, hydrocarbon, rock, depression, fault, suite, oilfield.