

СВЯЗЬ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНИЗМА С НЕФТЕГАЗОВЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ В ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЕ

Юсубов Н.П.

Институт нефти и газа НАНА, Баку, Азербайджан

AZ1000, г. Баку, ул. Ф.Амирова, 9

MUD VOLCANISM RELATIONSHIP WITH OIL AND GAS DEPOSITS IN THE SOUTH CASPIAN BASIN

Yusubov N.P.

Institute of Oil and Gas of ANAS, Azerbaijan
9, F.Amirov str., Baku, AZ1000

Keywords: mud volcanism, non-Newtonian fluid, river systems, oil and gas fields, clay diapirs, sedimentation load, reservoir

Summary. The South Caspian Basin (SCB) is the world's largest area of mud volcanism. In the Oligocene – Lower Miocene and in the Miocene-Quaternary period, thermodynamic conditions for the transformation of organic substances into hydrocarbons were created here. The Maykop clay formations, having the properties of a non-Newtonian fluid and buried under a multilayer geological system, as a result of the gravitational instability of the system (the *Rayleigh-Taylor phenomenon*), have formed intrusions in the overlying environment and eruptive channels of mud volcanoes. These vertical (sub-vertical) structures played the role of channels that provide the migration of hydrocarbon and mud mixture formed inside the Maykop strata into the upper levels of the multilayer geological environment, in the body of which, as a result of the activity of river systems, reservoirs with high-quality filtration-capacity properties were formed. The processes of formation and development of eruptive channels of mud volcanoes and the migration of hydrocarbon fluids began from the end of the Oligocene (at the beginning of the Miocene) and continue to the present day. The results of the work performed on the basis of seismic data confirm that in the area under consideration, the only connecting link of the source stratum with the reservoirs located on the upper levels of the layered geological environment is the eruptive channels of mud volcanoes.

© 2022 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

Введение

Геологические системы, состоящие из чередующихся слоев с низкой и высокой плотностями, неустойчивы в гравитационном поле Земли. В них из-за плавучести материалов с низкой плотностью, погребенных под слоистой геологической средой, сложенной из более плотных пород, формируются волнообразные (рис.1) структуры – диапировые складки (Диапировые складки..., 2017). В таких системах диапир начинает расти, когда перекрывающий слой, сложенный из дифференцированно-плотного (по вертикали и латерали) осадочного материала, достигает мощности, под тяжестью которой глинистый слой становится плавучим. По данным Лидера, (1986) глиняные купола в таких системах могут подниматься на поверхность с глубины порядка 150 м. Развитие глиняных куполов приводит к образованию антиклиналей и синклиналей в перекрывающей толще. Такой вывод противоречит сложившемуся мнению о формировании антиклинальных структур

под воздействием тектонических сил сжатия, но не отрицает их участия в процессе формирования тектонических дислокаций. Сказанное подтверждается и результатами сейсморазведки, выполненной на Южно-Каспийской впадине (ЮКВ), где многие нефтяные месторождения приурочены именно к таким геологическим структурам.

По мнению исследователей, волнообразная форма поверхности соляного слоя и диапиров, образовавшихся на ранних стадиях формирования куполов, проявляет закономерность, которая характеризуется доминирующей длиной волны. Например, соляные купола на побережье Мексиканского залива имеют доминирующую длину волны около 10 км. Иногда эту закономерность относят и к площадям развития диапировых складок (Лидер, 1986; Гулиев и Кадилов, 2000). Однако, как показывает наш опыт, этот вывод не подтверждается реальными геолого-геофизическими данными. Как видно из рис. 2, расстояния между грязевыми вулканами не являются эквидистантными.

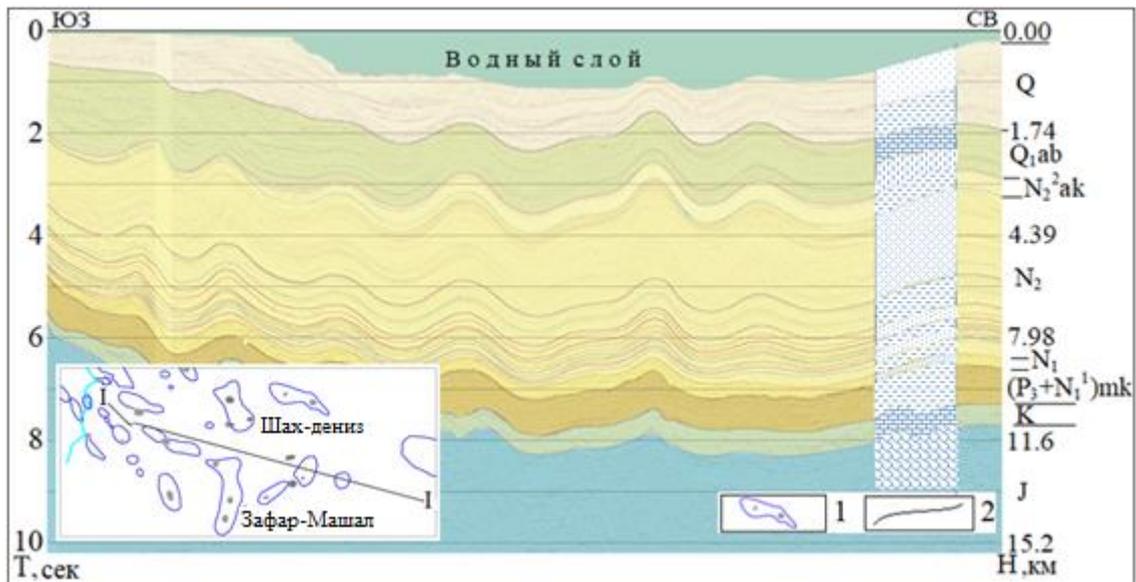


Рис. 1. Сейсмогеологический профиль. С правой стороны профиля отмечена стратиграфическая приуроченность горизонтов: Q – современные осадки, состоящие из пластов глин и песков; Q_{1ab} – Абшеронские отложения, терригенные осадки и известняки; N₂^{2ak} – отложения акчагыла, серые глины и вулканические пеплы; N₂ – отложения продуктивной толщи, чередования пластов, состоящих из песков, песчаников, алевроитов и глин; N₁ – глинисто-песчаные миоценовые отложения; (P₃+N₁¹)mk – глинистые отложения майкопа, обогащенные органическими веществами; K – карбонатные и вулканогенные меловые отложения; J – карбонатные отложения юрского периода.

1 – диапировые структуры и грязевые вулканы, 2 – границы раздела осадочных слоев.

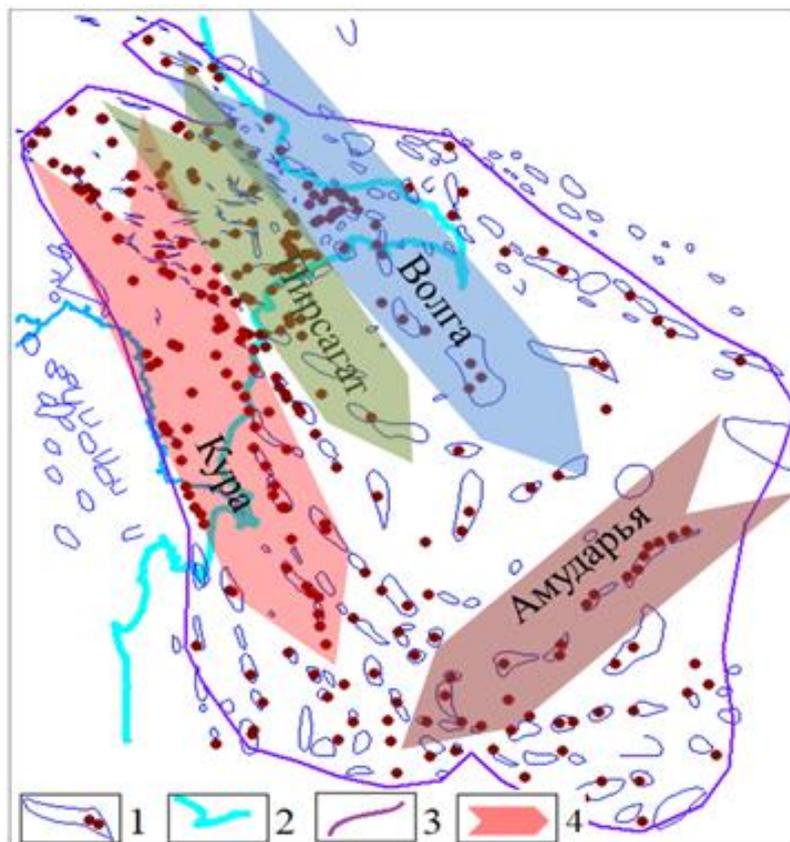


Рис. 2. Площадь распространения грязевых вулканов на суше и в морской акватории Азербайджана: 1 – грязевые вулканы и антиклинальные складки; 2 – береговая линия Каспийского моря; 3 – контур площади развития грязевого вулканизма; 4 – палеоречные системы, участвовавшие в формировании палеоген-четвертичного интервала осадочного комплекса отложений.

Из рис.1 и 3 видно, что амплитуды поднятий увеличиваются снизу вверх. Аналогичная волновая картина наблюдается и на временном разрезе (рис. 4б), рассчитанном по модели, показанной на рис. 4а. При этом, как видно из рис.4б, волновой фронт отражений от поверхности нижележащих слоев (отражения от поверхности пластов, характеризующихся скоростями 4.0 км/с и 4.3 км/с), разрывается на две части. Такая волновая картина наблюдается повсеместно на временных разрезах, построенных по результатам

сейсморазведки, проведенной методом общей глубинной точки в исследуемом регионе. Это происходит из-за преломления и рассеивания энергии отраженных волн в присутствии в разрезе эруптивного канала ГВ. Отметим, что модель аппроксимирует подавляющее большинство реальных геологических разрезов ЮКВ и прилегающих районов. На теоретическом сейсмическом временном разрезе отчетливо видны частично-кратные отраженные волны, осложняющие фронты однократно отраженных волн.

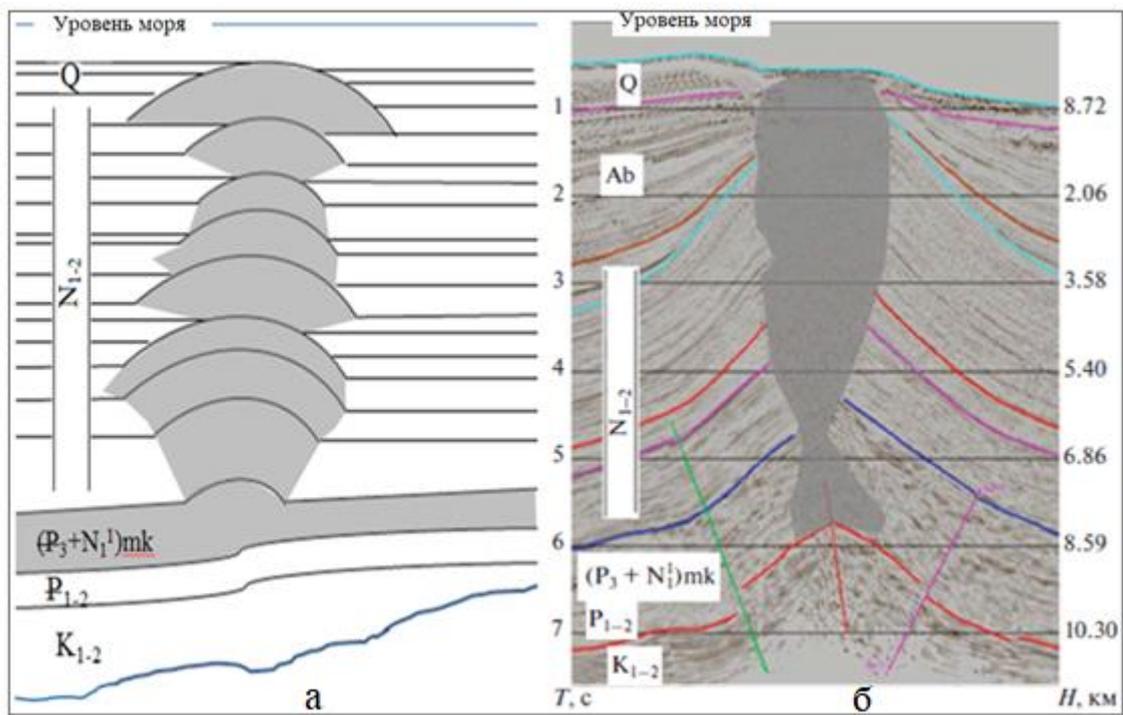


Рис. 3. Теоретическая модель и сечение эруптивного канала грязевого вулкана Нахчыван по данным трехмерной сейсморазведки

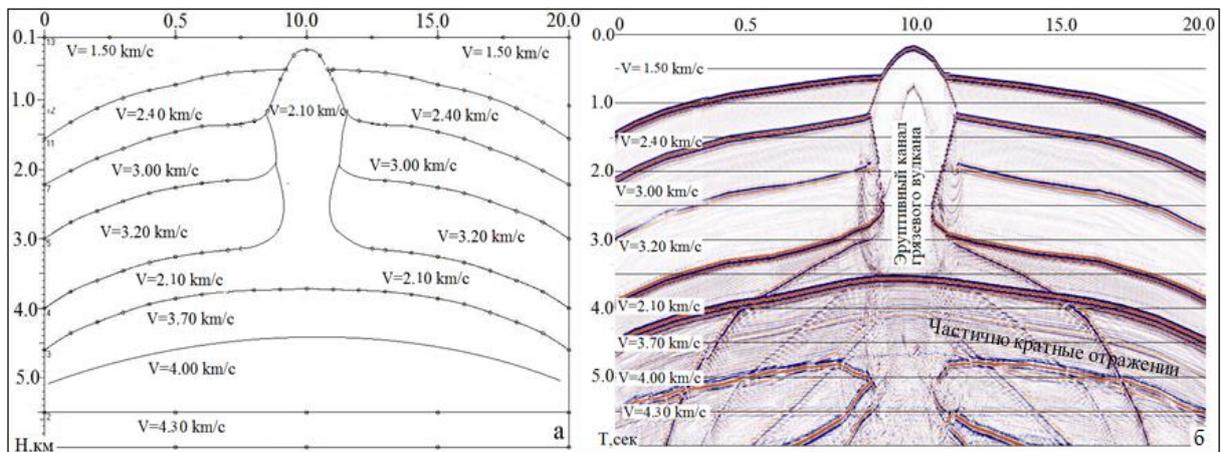


Рис. 4. Модель грязевого вулкана и теоретический временной разрез после миграции по алгоритму Кирхгофа (Кларбоут)

Структура майкопских отложений в ареале развития грязевого вулканизма

По результатам картографических съемок и интерпретации данных сейсморазведки сделан вывод (Юсубов, Гулиев, 2018) о том, что грязевой вулканизм на территории Азербайджана связан с майкопским осадочным палеобассейном площадью 57 000 км², заполненным в результате деятельности речных артерий (рис.2), привносивших в нее глинистый материал с трех направлений – с северо-запада (Палеокура и Палеопирсагат), севера (Палеоволга) и северо-востока (Палеоамур). Расчеты показывают, что в результате деятельности этих палеорек и опускания дна бассейна на этой территории создавались условия для накопления со скоростью ~110 м/млн. лет огромного объема (6.84×10⁴ км³) глинистого материала. Богатая органическим материалом (Али-Заде и др., 1975) средняя толщина майкопских глинистых отложений достигает здесь более 1.2 км.

В олигоцен – нижнем миоцене (майкопе) происходила активизация тектонических процессов – воздымание на Большом и Малом Кавказе и погружение Прикавказской впадины (Салаев, 1981). В этот период в майкопском бассейне наблюдались частые колебания уровня моря, что привело к флуктуациям положения береговой линии и накоплению в окраинных частях континентальных и переходно-морских осадков (Мильков, Гвоздецкий, 1976).

По данным 2D/3D сейсморазведки мощность майкопских отложений колеблется от 20 м в краевых до 2300 м в центральных, иными словами, в наиболее погруженных частях Южно-Каспийской впадины. Толщина майкопских отложений в Шамахи-Гобустанском прогибе, на площади Гарадаг достигает 1400 м. Южнее Абшерон-Прибалаханской зоны поднятий мощности майкопских отложений резко увеличиваются и составляют 1900 м.

В Прикаспийско-Губинском НГР максимальная толщина майкопских отложений установлена бурением и достигает 1200 м (пл. Талаби и др.). В Средне-Каспийском районе по данным глубокого бурения толщина майкопских отложений доходит до 30 м в районе структуры Ялама-дениз. В юго-юго-восточном направлении от этой площади толщина майкопских отложений постепенно увеличивается и составляет около 2300 м в районе Северо-Абшеронской синклинали. Здесь по данным 2D сейсморазведки общая толщина палеоген-миоценовых отложений доходит до 3300 м. В этом интервале геологического разреза толщины отложений распределяются в следующей последовательности: палеоген – 700 м, майкоп – 2300 м, миоцен – 300 м.

Результаты интерпретации геофизических данных показывают, что в процессе эволюции бассейна независимо от тектонических процессов (опускание, подъем, наклонение, инверсия и т.д.), обуславливающих трансгрессию и регрессию морской береговой линии, в олигоцен-четвертичный период развития ЮКВ речные системы занимали одни и те же площади над майкопским бассейном осадконакопления. В результате здесь формировалась геологическая система, состоящая из чередующихся слоев с низкой и высокой плотностями. Как известно, такие геологические системы отличаются высоким качеством фильтрационно-ёмкостных свойств.

В целом, интенсивное погружение ЮКВ началось с олигоцена с накоплением песчано-глинистых осадков мощностью свыше 10 км. В плиоцене процесс прогибания бассейна резко ускорился и в результате за 5 млн. лет в Южно-Каспийской впадине и раскрывающихся в ней Нижне-Куринской и Гобустан-Абшеронской депрессиях майкопские отложения были погребены под многослойной системой чередующихся песчано-глинистых пластов общей мощностью более 8.0 км.

Механизм образования грязевого вулканизма

В условиях, когда легкая (менее плотная) жидкость находится ниже более тяжелой (более плотной) создается гравитационно-неустойчивая среда, в которой происходит внедрение более легкой жидкости в более плотную среду. Иначе говоря, скопленные в недрах земли глинистые породы при всестороннем сжатии под тяжестью верхнего комплекса пород ведут себя как пластичные тела (Лидер, 1986; Юсубов, Гулиев, 2018; Гулиев и др., 2020) и приобретают куполовидную форму. При более длительном непрерывном давлении глинистая масса (находящаяся в ядре), обладающая свойствами неньютоновской жидкости, течет как смола и усиливает процесс изгибания слоев над диапиром. Вследствие этого процесса в вышележащих пластах над диапиром образуются трещины растяжения, по которым жидкость проникает в верхнее полупространство. В результате этого геодинамического явления, называемого неустойчивостью Рэлея-Тейлора, в толще отложений, лежащих прямо над сводом интрузии, образуются трещины и разрывные нарушения. Внедрению интрузии в верхнее полупространство способствует и тот фактор, что жидкость не может проникать в нижнее полупространство из-за постепенно уменьшающегося в верхнем направлении общего давления. Глиняная масса, выжимаемая в направ-

лении дневной поверхности, создает эруптивный канал грязевого вулкана (Юсубов, Гулиев, 2018; Гулиев и др., 2020).

Результаты сейсморазведки также показывают, что процесс формирования эруптивных каналов в ЮКВ возник в начале миоцена и продолжается в настоящее время. Надо отметить, что в областях распространения грязевых вулканов мощность отложений неоген-антропогеновой части осадочного комплекса неоднократно превышает мощность отложений майкопской серии. По мере увеличения мощности осадочного чехла грязевые вулканы периодически активизировались, и происходил рост их эруптивных каналов.

На модели, показанной на рис.3а, последовательность формирования эруптивного канала и кратера грязевого вулкана изображена сегментами круга. Исследования показывают, что со времени формирования очага эруптивного канала процесс выжимания грязевой массы, а также газодонефтяной массы, обладающей свойством неньютоновской жидкости, продолжается и по сей день, и этот процесс способствует увеличению осадконакопления в бассейне. Сопоставляя рис.3а и рис.3б, можно сделать вывод, что процесс извержения грязевого вулкана имел место во всех стратиграфических интервалах развития бассейна. Этот вывод относится ко всем грязевым вулканам, зарегистрированным в исследуемом регионе.

Вертикальное сечение эруптивного канала грязевого вулкана Нахчыван при сопоставлении с теоретической моделью формирования эруптивного канала грязевого вулкана, расположенного в ЮКВ, по данным трехмерной сейсморазведки охватывает стратиграфический интервал от юры до антропогена. Купол грязевого вулкана размыт подводными течениями, что свидетельствует о завершении процесса извержения (или сокращения объема выносимой на дневную поверхность грязевой брекчии) вулкана. Видно, что корни грязевого вулкана находятся на уровне эрозионной поверхности мезозойских отложений. Следует отметить, что зона, где нарушается непрерывность при корреляции синфазных осей волн, отраженных от поверхности пластов мезозойского возраста, (в данном случае, от эрозионной поверхности мезозойских отложений), связана с искажающим влиянием эруптивного канала грязевого вулкана на кинематические и динамические параметры сейсмического волнового поля.

Самые разные формы развития этого процесса (продолжающиеся и по настоящее время) запечатлены на временных разрезах, построен-

ных по данным 2D и 3D сейсморазведки, выполненной в пределах Южно-Каспийской впадины.

Формирование месторождений

Процессы генерации нефти и газа из материнских пород обусловлены седиментационным и постседиментационным (в основном гравитационным) уплотнением отложений, сопровождающимся ростом пластового давления и температуры при сохранении восстановительных условий среды, а также и увеличением внутренней потенциальной энергии нефтегазоматеринских пород (Лидер, 1986). Образование жидких углеводородов начинается при 65°C и заканчивается в интервале температур $135\text{-}150^{\circ}\text{C}$. Это так называемое «жидкое окно» отвечает средним глубинам 3.0 км на площадях с нормальным геотермическим градиентом. Образование природного газа происходит при более высоких температурах – в интервале $120\text{-}200^{\circ}\text{C}$.

Процесс миграции флюидов из материнских глин (в ЮКВ майкопские отложения) в направлении снижения гидравлических напоров начинается при погружении осадков на глубину более 1.0 км, давлении $150\text{-}200\text{ кг/см}^2$ и пластовой температуре выше 50°C (Тиссо, Вельте, 1981). При этом начальная фаза перемещения углеводородов происходит в основном под действием дифференциальных сил напряжения, возникающих при уплотнении осадков внутри пласта их образования, т.е. в процессе первичной миграции.

Образование залежи может происходить в результате перемещения микронепти в материнских породах, а затем микронепти-нефти, собравшейся в глобулы нефтяной эмульсии, и "шнурка" нефти в коллекторах до тех пор, пока они не попадут в ловушку. Последние могут образоваться и в материнской толще за счет приобретения породами коллекторских свойств на каком-то определенном участке. Такие залежи обнаружены в Азербайджане на месторождениях Газанбулаг в Среднекуринской впадине и Сиазаньской моноклинали в Прикаспийско-Губинском нефтегазоносном районе.

Месторождения формируются при наличии каналов миграции, соединяющих очаг нефтегазообразования с вышерасположенной геологической средой, где должны быть коллекторы и флюидоупоры. Как показано в работе (Юсубов, Гулиев, 2018), большинство обнаруженных месторождений в районе, охваченном настоящими исследованиями, приурочено к коллекторам, созданным палеоречными артериями.

В одной из последних работ (Продуктивная толща..., 2018) указано: «...Изотопно-геохимическая корреляция нефтей ПТ и керогена из раз-

личных интервалов палеогена-миоцена показывает, что они являются смесью нефтей, поступающих из доплиоценовых отложений...». При этом авторы приходят к мнению, что $S_{орг}$ отложений майкопа и диатомовой свиты доминируют в формировании нефтей резервуаров ПТ. В работе (Продуктивная толща..., 2018) приводятся также результаты исследования вопроса миграции и механизма заполнения ловушек ПТ, где основную роль играет фильтрационная форма массопереноса (субвертикальная миграция по глубинным разломам, тектоническим нарушениям, каналам грязевых вулканов). Представляется, что толщина и, следовательно, общий объем диатомовой части разреза не позволяют говорить о каких-то высоких потенциалах их участия в заполнении резервуаров, обнаруженных в ПТ. В районах развития обнаруженных месторождений толщина диатомовой свиты не превышает 400 м.

Предположения о миграции углеводородов по субвертикальным глубинным разломам и тектоническим нарушениям не находят подтверждения по результатам интерпретации данных сейсморазведки (Юсубов, 2017, 2020). Дело в том, что в пределах Южно-Каспийского бассейна большинство разломов, образованных в результате Альпийской складчатости, не находят своего отображения на кайнозойском этаже геологических разрезов; зоны нарушения сплошности пластов на кайнозойском интервале рассредоточены в основном вблизи эруптивных каналов грязевых вулканов, точнее после середины сабунчинской свиты ПТ.

Обсуждение результатов

Независимо от точки зрения на происхождение нефти геологи-нефтяники отмечают прямое участие дизъюнктивных движений в формировании зон нефтегазонакопления и месторождений. Этот вопрос наиболее полно освещен в монографиях (Кудрявцев, 1963), (Тиссо, Вельте, 1981) и др. Заметный вклад в исследование этого направления внесли научно-практическая (1994) и Международная (1999) конференции «Блоковое строение земной коры и нефтегазоносность» (Блоковое строение..., 1994, 1999). В работе (Керимов и др., 2012) подчеркивается необходимость изучения тектонических разломов в ЮКВ и их значимость при оценке нефтегазоносности недр в целом и месторождений в частности. В работах (Тиссо, Вельте, 1981; Продуктивная толща..., 2018) размещены также результаты исследования вопроса миграции и механизм заполнения ловушек ПТ, где основная роль принадлежит фильтрационной форме массопереноса

(субвертикальной миграции по глубинным разломам, тектоническим нарушениям, каналам грязевых вулканов).

Однако, как показали результаты выполненной за последние 10 лет интерпретации данных сейсморазведки, в ЮКВ нет разломов (Юсубов, 2020), соединяющих материнские породы с пластами продуктивной толщи (ПТ), где обнаружены основные нефтегазовые месторождения. В исследуемом регионе единственным звеном, соединяющим материнскую толщу с резервуарами ПТ, являются эруптивные каналы ГВ.

После формирования нефти и газа в материнской породе некоторая часть их выдавливается из непроницаемого сланца. Углеводороды перемещаются в водной среде под действием дифференциальных сил напряжения, возникающих при уплотнении осадков. Направление движения углеводородов определяется в основном направлением движения потока вдоль локальных или региональных градиентов давления: возможна их миграция вверх, вниз и в стороны в зависимости от конкретных условий. Процесс будет продолжаться до тех пор, пока не прекратится действие движущих сил. Некоторыми исследователями установлена миграция углеводородов на сотни километров и более (Тиссо, Вельте, 1981; Хайн, 2010). Этому способствуют низкая вязкость горячей сырой нефти и наличие газов в растворе.

Залежи образуются в результате перемещения микронепти в материнских породах, а затем микронепти-нефти, собравшейся в глобулы нефтяной эмульсии, в коллекторах до тех пор, пока они не попадут в ловушку. Последние может образоваться и в материнской толще за счет приобретения породами коллекторских свойств на каком-то определенном участке. Однако, как видно на рис. 2, обнаруженные месторождения в районе, охваченном настоящими исследованиями, приурочены к коллекторам, созданным палеоречными артериями околосводовых площадей грязевых вулканов.

Как показывают результаты геологической интерпретации данных сейсморазведки, в создании залежей и эруптивных каналов грязевых вулканов участвует глинистый материал, выжимаемый из площади радиусом 10 км и более, что создает благоприятные условия для горизонтальной (в начале) и вертикальной миграции углеводородов (рис.5). При таких механизмах миграции углеводород может мигрировать также к краям осадочного бассейна и образовывать серию залежей. При этом радиус горизонтальной миграции углеводородов может достигать сотен километров (Хайн, 2010).

Из сказанного вытекает, что грязевой вулканизм в ЮКВ является основным механизмом, создающим процесс миграции углеводородов в трехмерной геологической среде. При этом каналами миграции служат эруптивные каналы грязевых вулканов и трещины растяжения, созданные процессом формирования диапировых структур. На рис. 5 стрелками отмечены направления миграции углеводородов из нефтематеринской толщи в коллекторы. На данной площади ЮКВ нефтематеринской толщей являются майкопские глинистые отложения, а коллекторами – песчаные пласты: низы продуктивной толщи (галинский, подгырмакинский, гырмакинский, надгырмакинский песчаные пласты), свита перерыва (здесь выделяются три песчаных горизонта) и низы-? балаханской свиты (X, IX и VIII горизонты). На некоторых участках этой территории в глинистой надгырмакинской свите обнаружены насыщенные нефтью и газом линзовидные объекты.

Из модели, составленной на основе реальных данных сейсморазведки, методом общей глубинной точки определено, что на этой территории нет разломов, соединяющих нефтематеринскую толщу с пластами коллекторов, по всей видимости, эту функцию выполняют эруптивные каналы грязевых вулканов.

Выводы

1. Грязевой вулканизм является основным механизмом процесса миграции углеводородов в трехмерной геологической среде ЮКВ. При этом путями миграции служат эруптивные каналы грязевых вулканов и трещины растяжения, созданные процессом формирования диапировых структур.

2. Основными процессами формирования грязевого вулканизма являются фазовые переходы в осадочных толщах, приводящие к неустойчивости Рэлея–Тейлора.

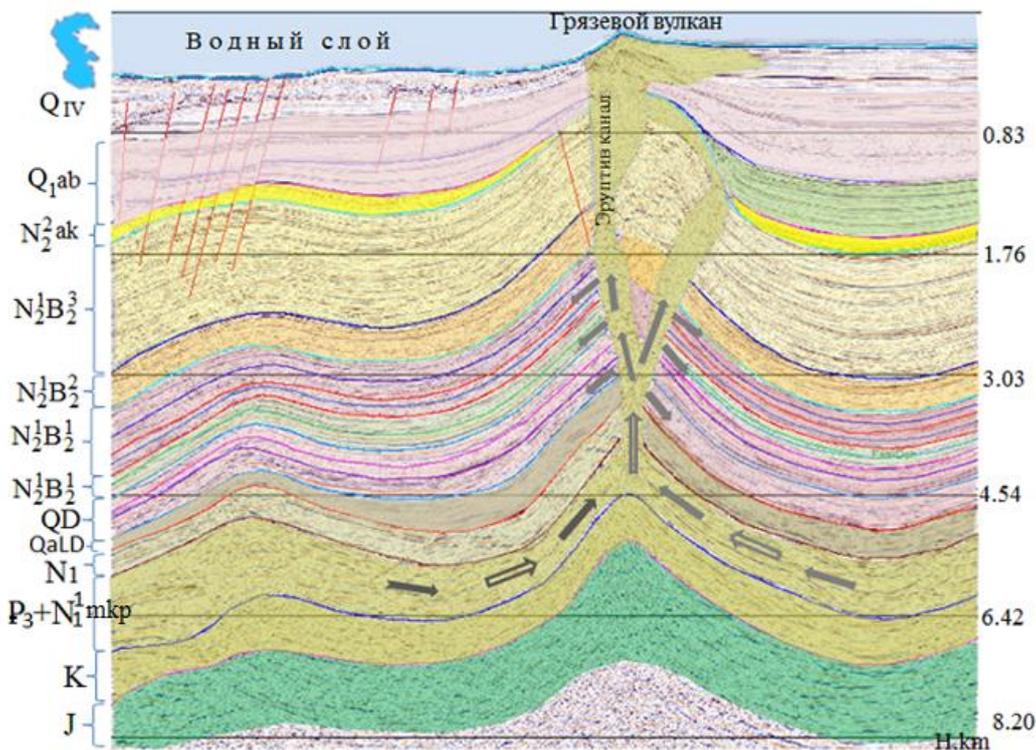


Рис. 5. Модель углеводородной и грязевовулканической систем: J – отложения юрского периода, K – отложения мелового периода, P₃+N₁¹mkr – отложения (нефтематеринские) майкопского этажа, N₁ – отложения (нефтематеринские) понтического этажа, QalD – песчано-глинистые отложения галинской свиты ПТ, QD – отложения гырмакинской свиты (подгырмакинская песчаная с глинистыми прослойками, надгырмакинская песчаная и надгырмакинская глинистая пачки), N₂¹B₂¹f – отложения «свиты перерыва» балаханского яруса ПТ (здесь делится на три условные песчаные пачки с глинистыми прослойками), N₂¹B₂¹b – X, IX и VIII разделенные глинистыми прослойками песчаные горизонты балаханской свиты, N₂¹B₂² –глинистая сабунчинская свита ПТ, N₂¹B₂³ –глинистая сураханская свита ПТ, N₂²ak –акчагальский глинистый горизонт плиоценовой эпохи, Q₁ab – абшеронский этаж плейстоценовой эпохи, Q_{iv} – постабшеронские отложения плейстоценовой эпохи.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда развития науки при Государственной нефтяной компании Азербайджанской Республики в рамках гранта № 02LR АМЕА

“Разработка методических приемов выделения неантиклинальных ловушек углеводородов по данным сейсморазведки и гравиметрии Южно-Каспийской впадине”.

ЛИТЕРАТУРА

- Али-Заде А.А., Ахмедов Г.А., Алиев Г.-М.А., Павлова В.А., Хацкевич Н.И. Оценка нефтепроизводящих свойств мезокайнозойских отложений Азербайджана. Элм. Баку, 1975, 140 с.
- Блоковое строение земной коры и нефтегазоносность. Тез. докл. практ. конф. 17-19 января 1994 г. ВНИГРИ, Санкт-Петербург, 1994, 139 с.
- Блоковое строение земной коры и нефтегазоносность. Тез. докл. Междунар. конф. 11-14 мая 1999 г. ВНИГРИ, Санкт-Петербург, 1999, 98 с.
- Гулиев И.С., Кадиров Ф.А. Об одном механизме внутрипластовой миграции углеводородов. Доклады АН России, Т. 373, No. 4, 2000, с. 506-509.
- Гулиев И.С., Юсубов Н.П., Гусейнова Ш.М. О механизме образования грязевых вулканов в Южно-Каспийской впадине по данным 2D/3D сейсморазведки. Физика Земли, No. 5, 2020, с. 131-138.
- Диапировые складки в геологических телах. 2017, <http://geologam.ru/geology/framework/diap...>
- Мильков Ф.Н., Гвоздецкий Н.А. Физическая география СССР. Мысль. Москва, 1976, 448 с.
- Керимов М.А., Новрузов А.К., Данешвар С.Н. Глубинные разломы и некоторые особенности размещения нефтегазовых месторождений в Южно-Каспийской мегавпадине. Вестник Бакинского университета, No. 3, 2012, с. 69-78.
- Кудрявцев Н.А. Глубинные разломы и нефтяные месторождения. Гостоптехиздат. Ленинград, 1963, 220 с.
- Лидер М.Р. Седиментология. Мир. Москва, 1986, 439 с.
- Продуктивная толща Азербайджана (под ред.: Ализаде Ак.А., Гулиев И.С., Мамедов П.З., Алиева Э.Г., Фейзуллаев А.А., Гусейнов Д.А.). Т. II. Недра. Москва, 2018, 236 с.
- Салаев С.Г. Оligocene-Miocene deposits of the south-eastern Caucasus and their oil and gas content. Изд.АН Азерб. ССР. Баку, 1981, 255 с.
- Тиссо Б., Вельте. Д. Образование и распространение нефти. Мир. Москва, 1981, 501 с.
- Хайн Н.Дж. Геология, разведка, бурение и добыча нефти (пер. с англ.). ЗАО "Олимп-Бизнес". Москва, 2010, 752 с.
- Юсубов Н.П. К вопросу о разломной тектонике депрессионных зон Азербайджана по данным сейсморазведки. SOCAR Proceedings, No. 3, 2020, с. 011-017.
- Юсубов Н.П., Гулиев И.С. Роль грязевого вулканизма в образовании нефтяных и газовых месторождений. Азербайджанское нефт. хоз-во, No. 9, 2018, с. 13-24.
- Юсубов Н.П. К вопросу о существовании Западно-Каспийского разлома. Азербайджанское нефт. хоз-во. No. 4, 2017, с. 12-17.

REFERENCES

- Ali-Zade A.A., Akhmadov G.A., Aliyev G.-M.A., Pavlova V.A., Khatskevich N.I. Assessment of oil producing features of the Meso-Cenozoic deposits of Azerbaijan. Elm. Baku, 1975, 140 p. (in Russian).
- Block structure of the Earth's crust and oil and gas content. Abstracts of the Scientific and practical Conference. Saint-Petersburg, VNIGRI, January 17-19, 1994, 139 p. (in Russian).
- Block structure of Earth Crust and oil and gas content. Abstracts of the International conference. Saint-Petersburg, VNIGRI, May 11-14, 1999, 98 p. (in Russian).
- Guliyev I.S., Kadirov F.A. On one mechanism of hydrocarbons in-situ migration. Reports of the Russian AS, Vol. 373, No.4, 2000, pp. 506-509 (in Russian).
- Guliyev I.S., Yusubov N.P., Huseinova Sh. M. On the formation mechanism of mud volcanoes in the South Caspian depression according to 2D/3D seismic data. Earth Physics, No. 5, 2020, pp. 131-138 (in Russian).
- Diapir folds in geological bodies. 2017, <http://geologam.ru/geology/framework/diap...> (in Russian).
- Milkov F.N., Gvozdetzky N.A. Physical geography of the USSR. Mysl. Moscow, 1976, 448 p. (in Russian).
- Kerimov M.A., Novruzov A.K., Daneshvar S.N. Deep faults and some peculiarities of oil and gas fields location in the South Caspian megadepression. Baku University News, No. 3, 2012, pp. 69-78 (in Russian).
- Kudryavtsev N.A. Deep faults and oil fields. Gostoptekhizdat. Leningrad, 1963, 220 p. (in Russian).
- Lider M.R. Sedimentology. Mir. Moscow, 1986, 439 p. (in Russian).
- Productive series of Azerbaijan. (ed. Alizadeh Ak.A., Guliyev I.S., Mamedov P.Z., Alieva E.G., Feyzullayev A.A., Huseynov D.A.). Vol. II, Nedra. Moscow, 2018, 236 p. (in Russian).
- Salayev S.G. Oligocene-Miocene deposits of the south-eastern Caucasus and their oil and gas content. Publishing House of Academy of Sciences of Azerbaijan SSR. Baku, 1981, 255 p. (in Russian).
- Tissot B., Welte. D. Oil formation and distribution. Mir. Moscow, 1981, 501 p. (in Russian).
- Hein N.J. Geology, exploration, drilling and oil production. CJSC "Olymp-Business". Moscow, 2010, 752 p. (in Russian).
- Yusubov N.P. To the question of the breaking depressional tectonics of Azerbaijan's zone according to seismic exploration data. SOCAR Proceedings, No. 3, 2020, pp. 011-017. (in Russian).
- Yusubov N.P., Guliyev I.S. The role of mud volcanism in the formation of oil and gas fields. Azerbaijan Oil Industry, No. 9, 2018, p. 13-24 (in Russian).
- Yusubov N.P. To the issue of presence of West Caspian. Azerbaijan Oil Industry, No. 4, 2017, c. 12-17 (in Russian).

СВЯЗЬ ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНИЗМА С НЕФТЕГАЗОВЫМИ МЕСТОРОЖДЕНИЯМИ В ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЕ

Юсубов Н.П.

*Институт нефти и газа НАНА
AZ1000, Азербайджан, г. Баку, ул. Ф.Амирова, 9*

Резюме. Южно-Каспийская впадина (ЮКВ) является крупнейшей в мире областью развития грязевого вулканизма. В олигоцене – нижнем миоцене, в основном в майкопское время, здесь накапливалась мощная глинистая толща. В миоцен-четвертичном периоде, над этим пластом, составленным из жидкой грязевой массы, в результате деятельности речных систем формировалась геологическая система, состоящая из чередующихся слоев с низкой и высокой плотностями. Эти про-

цессы создавали в ЮКВ и раскрывающихся в ней – Абшероно-Гобустанском периклинальном и Нижнекуруинском прогибах благоприятные условия для погребения богатых органическими веществами майкопских отложений на глубину более 3.5 км. Следовательно, здесь были созданы термодинамические условия для преобразования органических веществ в углеводороды. Обладающие свойствами неньютоновской жидкости майкопские глинистые образования, погребенные под многослойной геологической системой в результате гравитационной неустойчивости системы (явления Рэля-Тейлора) сформировали интрузии в вышележащей среде, а также эруптивные каналы грязевых вулканов. Эти вертикальные (субвертикальные) постройки сыграли роль каналов, обеспечивающих миграцию образованной внутри майкопской толщи углеводородной и грязевой смеси в верхние этажи многослойной геологической среды, в теле которой в результате деятельности речных систем образовались резервуары с высококачественными фильтрационно-емкостными свойствами. Процессы формирования и развития эруптивных каналов грязевых вулканов и миграции углеводородных флюидов начинались с конца олигоцена (в начале миоцена) и продолжаются по настоящее время. Результаты выполненной работы на основе данных сейсморазведки подтверждают, что в рассматриваемой области единственным связующим звеном материнской толщи с резервуарами, размещенными на верхних этажах слоистой геологической среды, являются эруптивные каналы грязевых вулканов.

Ключевые слова: *грязевой вулканизм, неньютоновская жидкость, речные системы, нефтегазовые месторождения, глиняные диапирсы, седиментационная нагрузка, резервуар*

PALÇIQ VULKANİZMİNİN CƏNUBİ XƏZƏR ÇÖKƏKLİYİNDƏKİ NEFT-QAZ YATAQLARI İLƏ ƏLAQƏSİ

Yusubov N.P.

AMEA Neft və Qaz İnstitutu

AZ1000, Azərbaycan, Bakı şəhəri, F.Əmirov küçəsi, 9

Xülasə. Cənubi Xəzər çökəkliyi (CXÇ) dünyada palçıq vulkanizminin inkişaf etdiyi iri miqyaslı hövzələrdən biridir. Oligosen-alt Miosendə, əsasən Maykop dövründə, burada böyük qalınlıqla təmsil olunan gillərdən ibarət çöküntülər toplanmışdır. Miosen-dördüncü dövr ərzində maye-gil qarışığından ibarət bu kütlə üzərində, çay sistemlərinin fəaliyyəti nəticəsində, aşağı və yüksək sıxlıqlı süxurlardan ibarət, növbələşən lay sistemi yaranmışdır. Bu proseslərin nəticəsində CXÇ-də və ona bitişik Abşeron-Qobustan və Aşağı Kür çökəkliklərində üzvi maddələrlə zəngin Maykop çöküntülərinin 3.5 km-dən dərinə gömülməsi üçün əlverişli şərait yaranmışdır. Nəticədə burada üzvi maddələrin karbohidrogenlərə generasiyasını şərtləndirən və təmin edən termobarik şərait yaranmışdır. Qravitasiya qeyri-dayanıqlılığı (Reley-Teylor əlaməti) ilə səciyyələnən bu qeoloji sistemdə çoxsaylı geoloji kəsilişin altına gömülmüş qeyri-nyuton maye xüsusiyyətinə malik Maykop çöküntülərinin yuxarı təbəqələrə doğru intruziyası üçün əlverişli mühit yaranmış və palçıq vulkanlarının eruptiv kanalları əmələ gəlmişdir. Bu şaquli (subşaquli) obyektlər Maykopdaxili mühitdə əmələ gəlmiş karbohidrogenlərin üst qatda yerləşən laylar daxilindəki yüksək keyfiyyətli süzüm-tutum xassəli rezervuarlara miqrasiyasını təmin etmişdir. Eruptiv kanalların yaranma və inkişaf etmə, eyni zamanda Maykopdaxili mühitdə yaranmış karbohidrogenlərin miqrasiyası prosesləri Oligosenin sonu və Miosenin əvvəlindən etibarən başlanmışdır və müasir dövrdə də davam etməkdədir. Yerində yetirilmiş işlərin nəticələri əsasında aparılan tədqiqat sahəsində ana süxurları onların üzərində yerləşən laylı mühitlə əlaqələndirən yeganə birləşdirici cisimlərin palçıq vulkanlarının eruptiv kanallarının olduğu təsdiqlənmişdir.

Açar sözlər: *palçıq vulkanizmi, qeyri-nyuton maye, çay sistemləri, neft-qaz yatağı, palçıq diapirləri, sedimentasiya yükü, rezervuar*