

Вуглеводнева система Південнокаспійської западини

Н.П. Юсубов¹, Т.Н. Шихмамедова², 2022

¹Інститут нафти та газу Національної академії наук Азербайджану, Баку, Азербайджан

²SOCAR, Управління геофізики та геології, Баку, Азербайджан

Надійшла 1 лютого 2022 р.

Актуальність. У Південнокаспійській западині осередки генерації вуглеводнів знаходяться на глибині 9 км і більше, де залягають багаті на органічні речовини майкопські відклади. Основні родовища нафти і газу виявлені в резервуарах продуктивної товщі (нижній пліоцен), що залягають на глибині від 1 км і більше. При цьому в процесі міграції вуглеводнів з осередку їхньої генерації до резервуарів головна роль відводиться тектонічним розломам (розривам). Проте результати виконаних останніми роками досліджень з використанням новітніх даних сейсмозвідки показують, що у межах западини немає тектонічних розломів, які з'єднують осередки генерації вуглеводнів з резервуарами продуктивної товщі.

Мета. Визначення елементів геологічного середовища, що виконують роль міграційних каналів вуглеводнів і з'єднують осередки генерації із резервуарами продуктивної товщі.

Об'єкти. Осередок генерації вуглеводнів, канал міграції вуглеводнів, тектонічні розриви і тріщини, резервуари продуктивної товщі, еруптивні канали грязьових вулканів.

Методи. Комплексна інтерпретація даних глибокого буріння та сейсмозвідки методом спільної глибинної точки.

Результати. За результатами структурної інтерпретації даних сейсмозвідки з високо роздільними параметрами показано, що у Південнокаспійській западині відсутні тектонічні розриви, які з'єднують осередки генерації вуглеводнів з резервуарами продуктивної товщі. При цьому функція транспортування вуглеводнів, згенерованих у майкопських відкладах, до резервуарів продуктивної товщі належить еруптивним каналам грязьових вулканів. Висловлено думку про те, що процес генерації вуглеводнів у майкопських глинистих відкладах триває донині і еруптивні канали грязьових вулканів забезпечують підживлення покладів безперервним потоком нафти та газу. Доведення існування такого механізму дає можливість віднести родовища Південнокаспійської западини, які знаходяться в зоні поширення грязьового вулканізму і розробляються більш ніж віковий період, до категорії заповнюваних.

Ключові слова: осередок генерації вуглеводнів, тектонічні розломи (розриви), метод відбитої хвилі, резервуари, родовища, каротаж свердловин.

Вступ. Олігоцен-нижньоміоценова (майкоп) епоха розвитку Південнокаспійської западини (ПКЗ) супроводжувалася швидким зануренням (~110 м/млн років), що зумовило утворення анаеробного басейну осадо-нагромадження, в результаті якого на всій її території відклалися багаті на органічний матеріал глинисті породи.

У пліоценовій епосі велика дельтова система сприяла нагромадженню в цьому ба-

сейні алювіальних, дельтових і мілководно-морських теригенних осадових порід, що досягають загальної потужності 10 км. Ці осади сформували пласти-колектори, а також покривки продуктивної серії і поховали під собою потужні шари олігоцен-міоценової епохи кайнозойської ери. Отже, нагромаджені в анаеробному середовищі багаті органічними речовинами відклади майкопської товщі, що виявляються на все більшій і більшій

глибині, перетворювалися на вуглеводне-вмісні породи. Інакше кажучи, вони складаються з пісковиків «світи перерви» і балаханської світи, нагромаджених у період низького стояння рівня моря, що утворили над майкопською серією відкладів багатопластові резервуари із задовільними фільтраційно-ємнісними властивостями. При цьому шари, що сформувалися у період високого стояння рівня моря і складені глинистими породами, утворили непроникні покриви, які відокремлюють ці резервуари один від одного за вертикаллю. Ця схема формування багатопластової геологічної системи зумовлює заповнення пасток лише в разі вертикальної міграції вуглеводнів.

Відомо, що разом із осадоагромадженням одночасне стиснення в напрямку північ—південь зумовили формування в ПКЗ зв'язаної системи складок і розривних порушень.

Проте результати сейсморозвідки методом спільної глибинної точки (СГТ) показують, що в ПКЗ немає достатньої кількості тектонічних розломів, які забезпечують приплив вуглеводнів, згенерованих в олігоценіоценових відкладах, до резервуарів продуктивної товщі (піщані шари Гірмакинської світи, «світи перерв»). У статті наведено результати досліджень, що наочно демонструють роль грязьового вулканізму у формуванні родовищ, виявлених у межах ПКЗ.

Про тектоніку району за даними сейсмології та сейсморозвідки. Розглянута територія Азербайджану розміщується в зоні активної взаємодії Аравійської та Євразійської літосферних плит, що зумовлює формування тут складчасто-насувної тектонічної структури з витягнутим простяганням кавказького напрямку. Тільки за 2019 р. на території Азербайджану та суміжних з нею площах сталося понад 7000 землетрусів із магнітудами $M_l = 1 \div 6$ [Yetirmishi, 2021], що є одним із прямих доказів перебігу активних геодинамічних процесів. Не менш важливим фактом, що вказує на активність тут геодинамічних процесів, є те, що швидкість підняття гіпсометричного рівня гірських вершин на Великому і Малому Кавказі досягає відповідно 10 і 6 мм/рік при пониженні рівня

поверхні земної кори в Середньокуринській западині в середньому зі швидкістю 5 мм/рік [Kadirov, 2015; Лукк, Шевченко, 2019]. Крім цих варіацій гіпсометричного рівня земної поверхні спостерігаються і горизонтальні насування поверхні Землі — вся територія Азербайджану рухається на північний схід зі швидкістю в середньому 10 мм/рік.

За схематичною картою розміщення епіцентрів землетрусів (рис. 1) можна дійти висновку щодо відсутності у межах території ПКЗ тектонічних порушень, за винятком одного, яке простягається у субпаралельному напрямку. Воно знаходиться на південний захід від Абшерон-Прибалханської зони підняття і позначено літерою F, взятою в коло.

Становить інтерес те, що на площі, де відпрацьовані сейсмичні профілі II—II, III—III та IV—IV, в інтервалі поширення осадового комплексу порід, тектонічні розриви (Шахово-Азізбеківський, Сангачал-Огурчинський та Південноабшеронський—Південночелекенський) не простежуються. При цьому на тимчасових розрізах спостерігається тектонічний розлом, який досягає земної поверхні і визначений нами за сейсмологічними даними. Відповідно до тимчасових розрізів, амплітуда зміщень зменшується вгору в напрямку площини розлому. Така нелогічна, здавалося б, ситуація пояснюється, як ми припускаємо, пластичністю порід і розсіюванням створеної геодинамічної енергії внаслідок деформацій верхнього середовища у районі розлому.

У ПКЗ існують численні об'єкти, які становлять інтерес з погляду виявлення в них покладів вуглеводнів. Деякі з цих об'єктів є нафтовими (Булла-деніз, Гум-адаси, Джануб та ін.) та газово-газоконденсатними (Шахденіз, Абшерон, Умід-Бабек, Зафар-Машал, Шафаг-Асіман та ін.) родовищами, що не мають контакту з розломами, показаними на рис. 1. Однак привертає увагу той факт, що всі, без винятку, родовища зосереджені у тривимірному просторі, найближчому до еруптивних каналів грязьових вулканів, та безпосередньо контактують з останніми. Із викладеного випливає важливий висновок стосовно неспіттверженості висловлю-

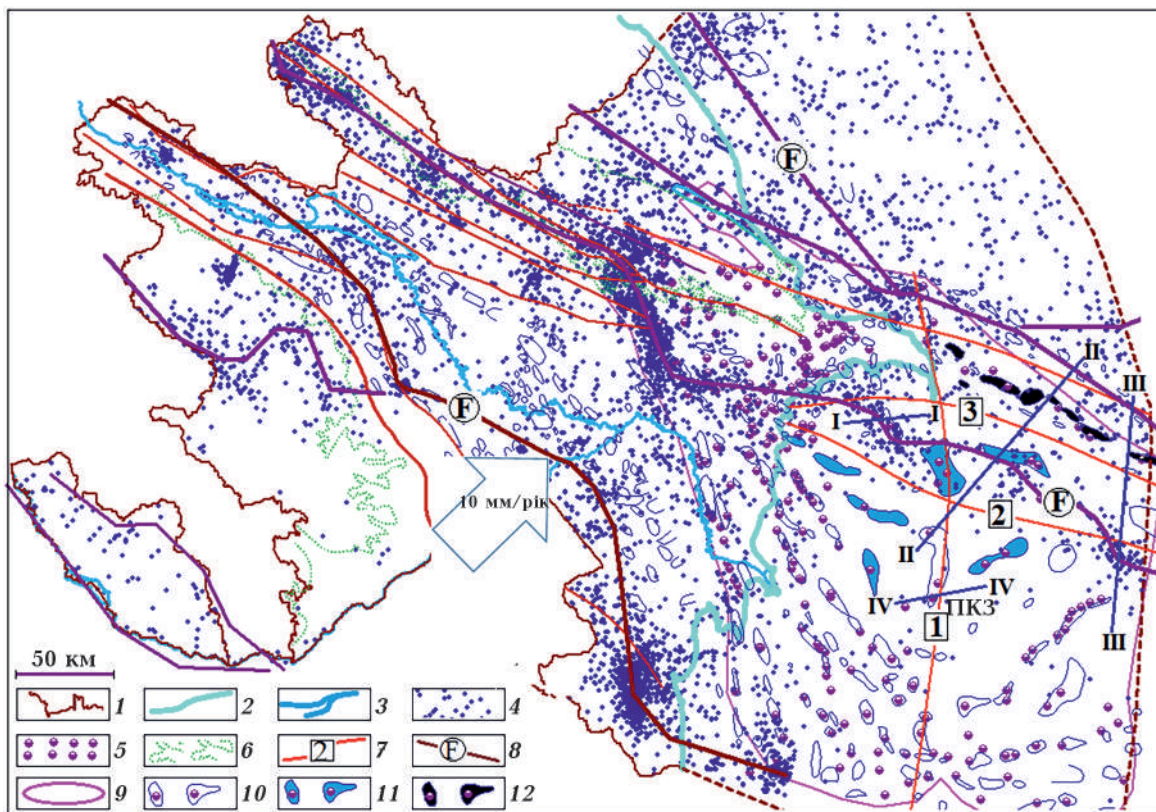


Рис. 1. Карта епіцентрів землетрусів, що сталися у 2003—2019 рр., із магнітудою $M_l > 3$ за даними Сейсмологічної служби Азербайджану. На карті суцільними лініями фіолетового кольору позначено тектонічні розломи за сейсмологічними даними (в інтерпретації авторів): 1 — державний кордон; 2 — берегова лінія Каспійського моря; 3 — русла річок Кура і Араз; 4 — епіцентри землетрусів; 5 — грязьові вулкани; 6 — відслонення мезозойських відкладів; 7 — лінії передбачуваних розломів [Керимов и др., 2002] за даними геолого-геофізичних досліджень (цифри у квадратах: 1 — Шахово-Азізбеківський, 2 — Сангачал-Огурчинський, 3 — Південноабшеронський—Південночелекєнський); 8 — лінія розлому на основі сейсмологічних спостережень (визначена авторами статті); 9 — ареал поширення грязьового вулканізму; 10 — структури по пліоценових відкладах і грязьові вулкани; 11, 12 — нафтові (11) і газово-газоконденсатні (12) родовища. ПКЗ — Південнокаспійська западина.

Fig. 1. The earthquakes focuses map with magnitude $M_l > 3$ that took place during 2003—2019 period according to the data of the Azerbaijan Seismological Service. The purple solid lines shown on the map are the tectonic faults based on seismological data (by the results of the authors' interpretation): 1 — State boundary; 2 — Caspian Sea coastline; 3 — the channel of the Kura and Araz rivers; 4 — earthquakes foci; 5 — mud volcanoes; 6 — outcrops of Mesozoic deposits; 7 — supposed faults lines [Kerimov et al., 2002] by geological and geophysical research data (1 — Shakhovo-Azizbekovskiy, 2 — Sangachal-Ogurchinskiy, 3 — South Absheron—South Chelekenskiy); 8 — fault line based on seismological observations data (de-

termined by the authors of the article); 9 — area of the mud volcanism development; 10 — structures and mud volcanoes at Pliocene; 11, 12 — oil-and-gas and gas-condensate fields. SKV — South Caspian depression.

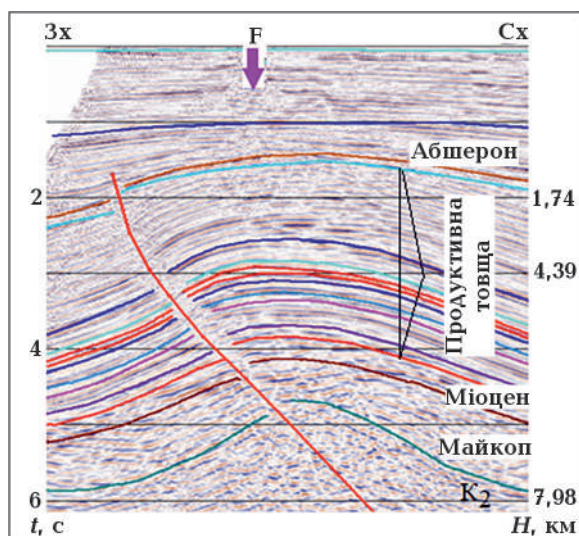


Рис. 2. Тимчасовий розріз лінії І—І. Розлом F, який перетинає кайнозойські відклади, згасає наприкінці акчагалу.

Fig. 2. Time section along the I—I line. Fault F, crossing the Cenozoic sediments, that decay at the end of Akchagyl.

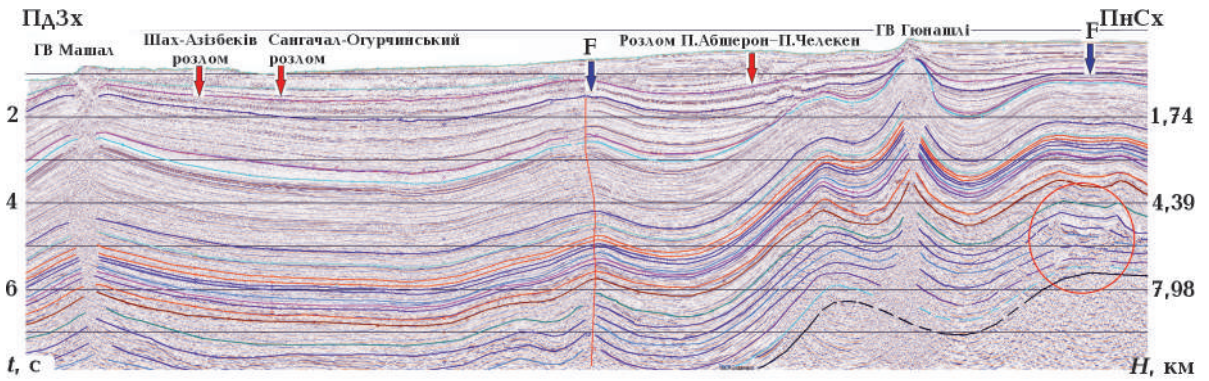


Рис. 3. Тимчасовий розріз по лінії II—II. Тектонічні розломи Шахово-Азізбеківський, Сангачал-Огурчинський та Південноабшеронський—Південночелекенський не простежуються. Водночас розлом F, визначений нами за сейсмологічними даними, перетинає кайнозойські відклади і виходить на земну поверхню, що підтверджується також результатами структурної інтерпретації даних сейсмозвідки.

Fig. 3. Time section along the II—II line. Such tectonic faults as Shakhovo-Azizbekovsky, Sangachal-Ogurchinsky and South Absheron—South Cheleken actually are nonexistent and not traced at the time section. At the same time, the F fault, determined by the authors from the seismological data, appears as an outcrop crossing the Cenozoic sediments, and that is also confirmed by the results of the structural seismic data interpretation.

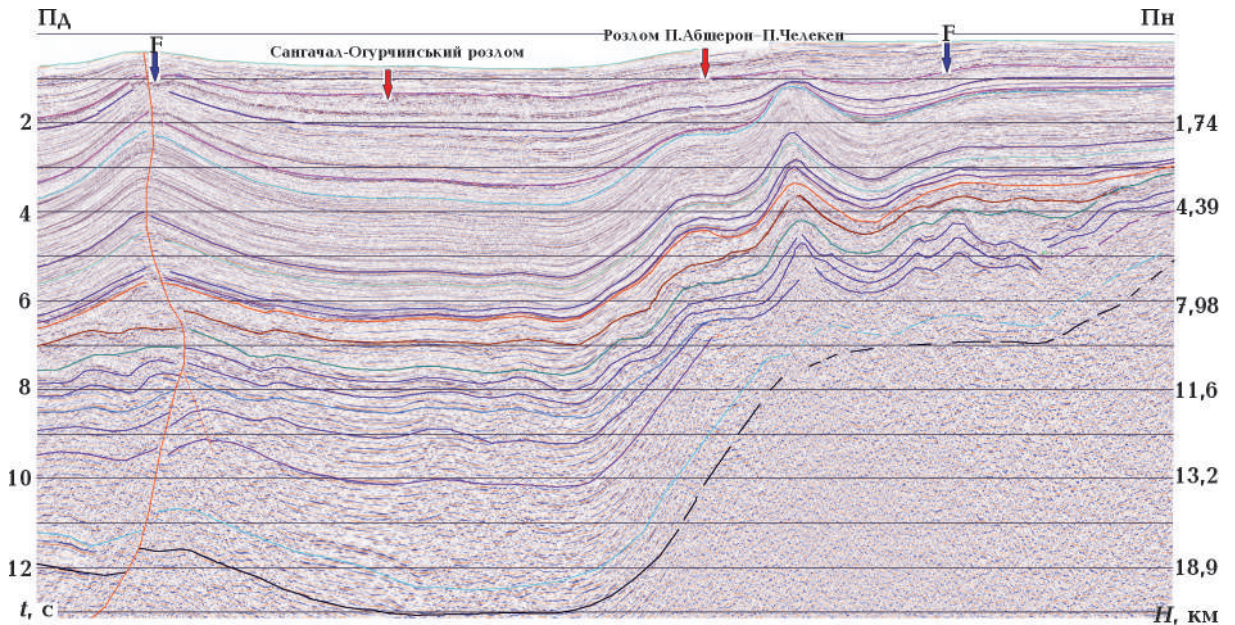


Рис. 4. Тимчасовий розріз по лінії III—III. Тектонічні розломи Сангачал-Огурчинський та Південноабшеронський—Південночелекенський не простежуються. Водночас розлом F, визначений нами за даними сейсмологічних спостережень, перетинає кайнозойський інтервал геологічного розрізу, виходить на земну поверхню, що підтверджується також результатами структурної інтерпретації даних сейсмозвідки.

Fig. 4. Time section along the III—III line. The Sangachal-Ogurchinsky and South Absheron—South Cheleken tectonic faults actually are nonexistent and not traced at the time section. At the same time, the F fault, determined by the authors from the seismological data, appears as an outcrop crossing the Cenozoic sediments, and that is also confirmed by the results of the structural seismic data interpretation.

ваної геологами думки щодо участі диз'юнктивних дислокацій у формуванні зон нафтогазокопичення та родовищ, виявлених у межах ПКЗ.

Уздовж виявленого нами на основі сейсмологічних даних розлому на трьох ділянках (у межах ПКЗ) спостерігається згущення гіпоцентрів землетрусів, що сталися у 2003—2019 рр. Зазначимо, що сейсмічні події вздовж розлому F відбуваються в основному на глибинах 30—60 км, а місцями поширюються через розріз кайнозою.

Цікаво, що подій, які відбуваються (див. рис. 1) вздовж лінії F, набагато більше, ніж подій, що спостерігаються на всій території ПКЗ. Ця ознака дає змогу вважати, що розлом був «відповідальним» за сейсмічність регіону в період з 2003 по 2019 р. Утім розлом F перетинає пласти осадового комплексу лише на площах згущення епіцентрів землетрусів, а в деяких випадках згасає на верхніх поверхах. Такий висновок підтверджується і результатами структурної інтерпретації даних сейсмозв'язки методом СГТ, що засвідчено прикладом тимчасового розрізу (рис. 2). При цьому тектонічні розриви (Шахово-Азізбеківський, Сангачал-Огурчинський та Південноабшеронський—Південночелекенський) не відображуються на тимчасових розрізах (рис. 3—5).

Питання зв'язку нафтогазових покладів з тектонічними розломами найповніше висвітлено у монографіях [Кудрявцев, 1963; Тиссо, Вельте, 1981 та ін.]. Помітний внесок у дослідження у цьому напрямі зробили науково-практична (1994) та міжнародна (1999) конференції «Блокова будова земної кори та нафтогазоносність» [Блокова ..., 1994, 1999]. На цих конференціях, а також у статті [Керимов и др., 2012] наголошується на необхідності вивчення тектонічних розломів у ПКЗ та їх значущості при оцінюванні нафтогазоносності надр загалом та родовищ зокрема. У працях [Тиссо, Вельте, 1981; Ализаде и др., 2018] також досліджено питання про міграцію вуглеводнів з осередків їх утворення до резервуарів, основну увагу приділено фільтраційній формі масоперенесення і тектонічним порушенням. В одному з найновіших досліджень [Ализаде и др., 2018]

цей процес розглянуто з позиції зв'язку тектонічних порушень і грязьового вулканізму.

Проте, як показали результати виконаної протягом останніх 10 років інтерпретації даних сейсмозв'язки МСГТ, у межах ПКЗ [Юсубов, 2020] немає розломів, що з'єднують материнські породи з пластами продуктивної товщі. Це є доказом відсутності в ПКЗ зв'язку нафтогазових покладів з тектонічними розломами.

Зазначимо, що в межах ПКЗ родовища та осередки генерації вуглеводнів розміщуються в інтервалі кайнозойської частини земної кори. При цьому пласти, складені по-

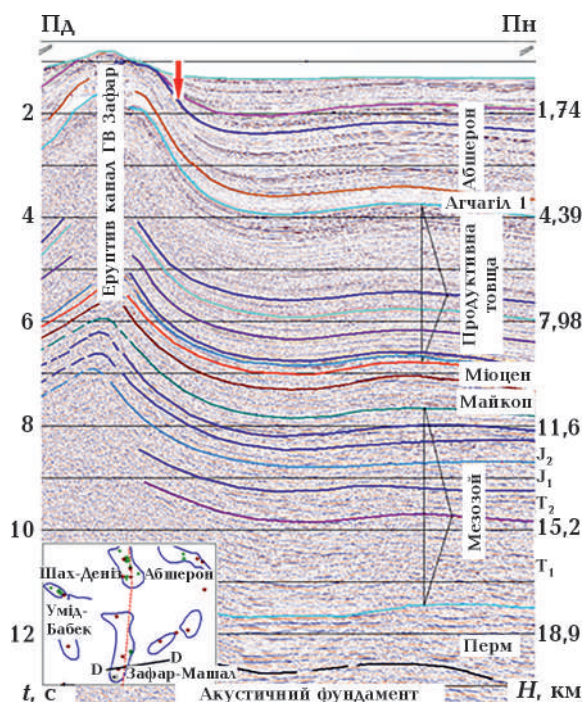


Рис. 5. Тимчасовий розріз за профілем, відпрацьованим у Південнокаспійській западині, що підтверджує відсутність глибинного розлому під назвою Шахово-Азізбеківський. У нижньому лівому кутку показано лінію розлому (пунктирна лінія червоного кольору) та лінію сейсмічного профілю спостереження (суцільна лінія чорного кольору). На рис. 1 лінією IV—IV позначено місце розташування сейсмічного профілю.

Fig. 5. Time section line worked out in the South Caspian depression (SCD), confirming that the deep fault called Shakhovo-Azizbekovskiy are non-existent. The fault line at the lower left corner (dashed line in red) and the observation seismic line (solid line in black) are demonstrated here. Line IV—IV at Fig. 1 is the location of the seismic profile.

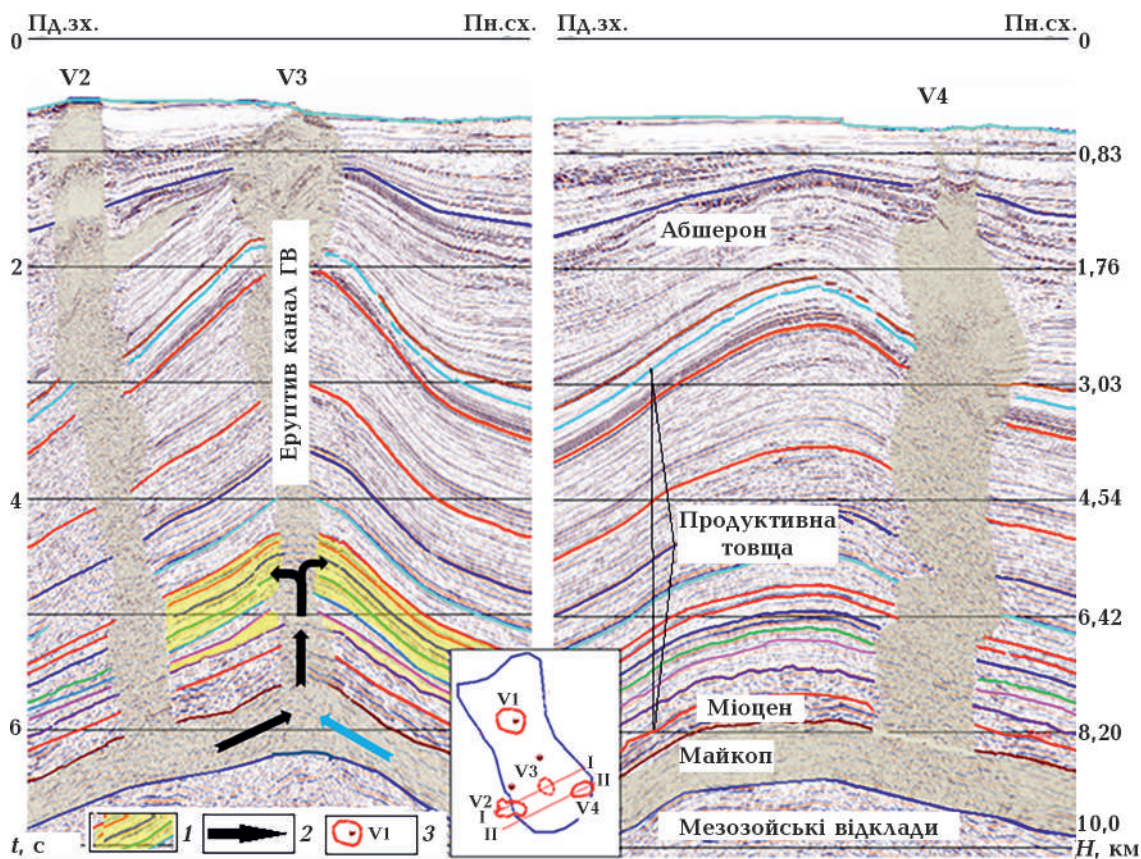


Рис. 6. Тимчасові розрізи за двома перерізами куба: на лінії I—I (ліворуч) простежуються два еруптивні канали грязьових вулканів (V2 і V3), а на лінії II—II (праворуч) — один еруптивний канал грязьового вулкана (V4); 1 — пласти продуктивної товщі, складені породами з властивостями колекторів; 2 — напрямки міграції вуглеводнів, згенерованих у майкопських відкладах; 3 — грязьові вулкани.

Fig. 6. Time sections slices from the seismic cube: mud volcanoes (MV) two eruptive channels (V2 and V3) on I—I line (at the left side) and one eruptive channel (V4) on line II—II (on the right) are shown here; 1 — Productive Suite strata, consisted of reservoirs; 2 — hydrocarbons (HC) migration ways generated at Maykop sediments; 3 — Mud Volcanoes.

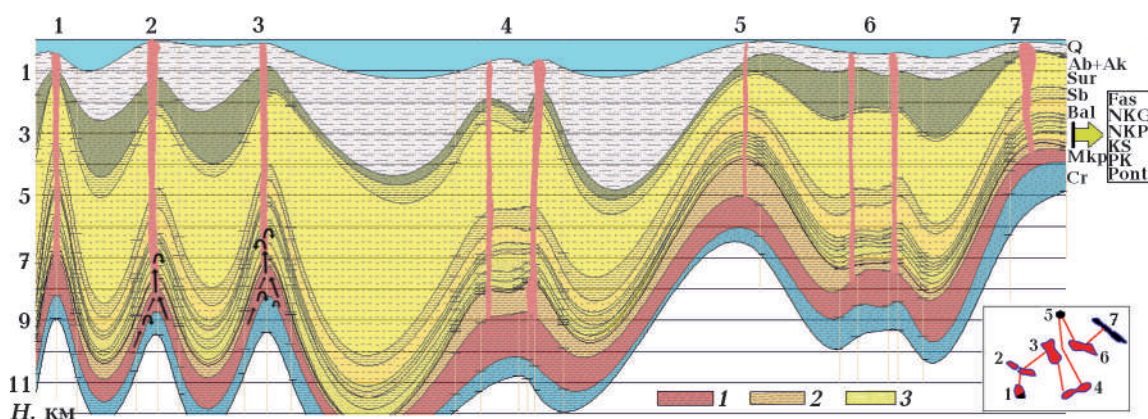


Рис. 7. Вуглеводнева система Південнокаспійської западини: 1 — майкопські відклади, осередок генерації вуглеводнів, 2 — глинисті пласти, покритишки, 3 — піщані пласти, резервуари.

Fig. 7. SCD hydrocarbon (HC) system: 1 — Maikop deposits, hydrocarbon generation center, 2 — clayey formations, tires, 3 — sandy formations, reservoirs.

родами мезозойського віку, на певній, але обмеженій території розбиті численними тектонічними порушеннями, корені яких знаходяться у породах фундаменту, і амплітуда більшості порушень «згасає» у підшві крейдяних відкладів.

Про зв'язки еруптивних каналів грязьових вулканів з нафтогазовими родовищами. Відповідно до результатів структурної інтерпретації даних сейсмозвідки, склепіння або близькі до них площі антиклінальних об'єктів, виявлених у межах ПКЗ, практично всі зайняті еруптивними каналами грязьових вулканів. На рис. 6 показано тимчасові розрізи по двох перерізах сейсмічного куба, що побудований за даними тривимірної сейсмозвідки, виконаної на площі Шах-деніз.

За підрахунками авторів праці [Ализаде і др., 2018], близько 50 % грязьових вулканів виділяють виключно палеоген-нижньоміоценові нафти, для 17 % грязьових вулканів характерні нафти переважно з діатомового комплексу відкладів, а в 33 % згаданих вулканів виявлено суміш, що складається з приблизно пайової участі нафт палеоген-нижньоміоценових і діатомового комплексу.

Згідно з результатами геологічної інтерпретації даних сейсмозвідки, у формуванні покладів та еруптивних каналів грязьових вулканів бере участь глинистий матеріал, який вичавлюється з площі радіусом 10 км і більше, що створює сприятливі умови для горизонтальної (на початку) та вертикальної міграції вуглеводнів [Гулиев і др., 2020]. При такому механізмі міграції вуглеводні можуть мігрувати також до країв осадового басейну та утворювати серію покладів. При цьому радіус горизонтальної міграції вуглеводнів може сягати сотень кілометрів [Хайн, 2010].

Із викладеного випливає, що грязьові вулкани у межах ПКЗ є основним механізмом, за яким відбувається процес міграції вуглеводнів у тривимірному геологічному сере-

довищі. При цьому каналами міграції є еруптивні канали грязьових вулканів і тріщини розтягування, утворені процесом формування діапирових структур. На рис. 6 стрілками позначено напрямки міграції вуглеводнів із нафтоматеринської товщі до колекторів. На досліджуваній площі ПКЗ нафтоматеринською товщею є майкопські глинисті відклади, а колекторами — піщані пласти низів продуктивної товщі (пласти калинської, підкирмакинської, кирмакинської, надкирмакинської піщаних світ), відклади «світи перерв» (тут виділено три піщані горизонти) та VIII горизонту. Крім того, на деяких ділянках у надкирмакинській глинистій світі продуктивної товщі виявлено насичені нафтою та газом лінзоподібні об'єкти.

Якщо взяти до уваги, що практично всі родовища, які розміщуються на території розвитку грязьового вулканізму, ускладнені еруптивними каналами грязьових вулканів, пов'язаних з майкопськими відкладами (рис. 6, 7), то механізм заповнення резервуарів продуктивної товщі внаслідок вертикальної міграції вуглеводнів доводиться дуже переконливо. Ці резервуари підживлюються переважно в результаті міграції вуглеводнів у реальному масштабі часу з площ, прилеглих до еруптивних каналів грязьових вулканів. Зазначені властивості вуглеводневих систем ПКЗ, зокрема Нижньокуринського, Абшеронського і Шамахи-Гобустанського прогинів, які розкриваються до неї, забезпечують безперервний потік нафти і газу до резервуарів продуктивної товщі. Родовища, які розробляють уже більш як 100 років, знаходяться в зоні поширення грязьового вулканізму. Такий механізм дає можливість віднести згадані резервуари до категорії невичерпних.

Як бачимо з рис. 1, у зоні розвитку грязьового вулканізму немає розломів, що з'єднують нафтоматеринську товщу із пластами-колекторами. Отже, цю функцію виконує еруптивний канал грязьового вулкана.

Список литературы

- Ализаде А.А., Гулиев И.С., Мамедов П.З., Алиева Э.Г., Фейзуллаев А.А., Гусейнов Д.А. Продуктивная толща Азербайджана. Москва: Недра, 2018. Т. 1. 305 с. Т. 2. 236 с.
- Блоковое строение земной коры и нефтегазоносность. Тез. докл. научно-практ. конф., 17—19 января 1994 г. СПб: Изд. ВНИГРИ, 1994. 139 с.
- Блоковое строение земной коры и нефтегазоносность. Тез. докл. Международ. конф., 11—14 мая 1999 г. СПб: Изд. ВНИГРИ, 1999. 98 с.
- 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*. 2020. № 5. С. 131—138.
- Керимов К.М., Гусейнов А.Н., Гаджиев Ф.М., Гасанов И.С., Гусейнов Г.А., Кочарли Ш.С., Зейналов М.М. Карта тектонического районирования нефтегазоносных районов Азербайджана. Баку: Фабрика картографии, 2002.
- Керимов К.М., Новрузов А.К., Данешвар С.Н. Глубинные разломы и некоторые особенности нефтегазовых месторождений в Южно-Каспийской мегавпадине. *Вести Бакинского университета*. 2012. № 3. С. 69—78.
- Кудрявцев Н.А. Глубинные разломы и нефтяные месторождения. Ленинград: Гостоптехиздат, 1963. 220 с.
- Лукк А.А., Шевченко В.И. Сейсмичность, тектоника и GPS-геодинамика Кавказа. *Физика Земли*. 2019. № 4. С. 99—123.
- Тиссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. Москва: Мир, 1981. 501 с.
- Хайн Н.Дж. Геология, разведка, бурение и добыча нефти. Москва: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2010. 752 с.
- Юсубов Н.П. К вопросу о разломной тектонике депрессионных зон Азербайджана по данным сейсморазведки. *SOCAR Proceedings*. 2020. № 3. С. 011—017.
- Kadirov, F.A., Floyd, M., Reilinger, R., Alizadeh, A.A., Guliyev, I.S., Mammadov, S.G., & Safarov, R.T. (2015). Active geodynamics of the Caucasus region: implications for earthquake hazards in Azerbaijan. *Proceedings of Azerbaijan National Academy of Sciences. The Sciences of Earth*, (Vol. 3, pp. 3—17).
- Yetirmishli, G.J., Ismailova, S.S., Kazimova, S.E. (2021). Seismicity of the territory of Azerbaijan. *Seismoprognois observations in the territory of Azerbaijan*, 19(1), 3—18.

Hydrocarbon system of the South Caspian Depression

N.P. Yusubov¹, T.N. Shikhmamedova², 2022

¹Institute of Oil-and-Gas of the National Academy of Sciences of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan

²SOCAR, Geophysics and Geology Department, Baku, Azerbaijan

Actuality. The hydrocarbon generation sources in the South Caspian Basin (SCB) are located at the depth of nine or more kilometers, where the organic-rich Maikop sediments occur. The main oil-and-gas fields here are found in reservoirs of the Productive Strata (Lower Pliocene), bedding at a depth of one or more kilometers. At the same time, the significant role at the process of hydrocarbons migration from the source of their generation to the reservoirs belongs to the tectonic faults (fractures). However, the results of the research according to the latest seismic data carried out in recent years are indicated the unavailability of the tectonic faults in the SCB, which connected the hydrocarbon generation sources with the reservoirs in the Productive Strata.

Target. The determination of the geological elements at the studied area that contributed the role of the hydrocarbon migration channels and connected generation source with reservoirs in the Productive Strata.

Objects. The hydrocarbon generation source, hydrocarbon migration channel, tectonic faults and fractures, Productive Strata reservoirs, eruptive channels of the mud volcanoes.

Approach. The collaboration interpretation results of the deep drilling and the seismic data by using the common depth point method.

Results. Based on the structural interpretation results of the seismic data with high-resolution parameters, are indicated the lack of the tectonic faults which connecting the hydrocarbon generation source with reservoirs of the Productive Strata in the SCB.

In addition, the hydrocarbons that generated in the Maikop sediments are transported to the Productive Strata reservoirs by the eruptive channels of mud volcanoes. The opinion that the process of hydrocarbon generation in the Maikop clay deposits continues to the present time and the mud volcanoes eruptive channels provide feeding of the deposits with the continuous supply of oil-and-gas was expressed. Such kind of mechanism allows to classify the deposits, that more than a century under developed in the South Caspian Depression and which located at the zone of mud volcanomaturity, to the category of replenished.

Key words: the hydrocarbon generation source, tectonic faults (fractures), reflected wave seismic method, reservoirs, oil-and-gas fields, well logging data.

References

- Alizade, A.A., Guliyev, I.S., Mamedov, P.Z., Alieva, E.G., Feyzullaev, A.A., & Guseynov, D.A. (2018). *Productive stratum of Azerbaijan*. Moscow: Nedra, V. 1, 305 p., V. 2. 236 p. (in Russian).
- Block structure of the Earth's crust and oil-and-gas potential. (1994). *Thesis at theoretical and practical conference, 17—19 January, 1994*. St. Petersburg: VNIGRI Edition, 139 p. (in Russian).
- Block structure of the Earth's crust and oil-and-gas potential. (1994). *Thesis at International conference, 11—14 May, 1999*. St. Petersburg: VNIGRI Edition, 98 p. (in Russian).
- Guliyev, I.S., Yusubov, N.P., & Guseynova, Sh.N. (2020). On the formation mechanism of mud volcanoes in the South Caspian Basin according to 2D/3D seismic data. *Fizika Zemli*, (5), 131—138 (in Russian).
- Kerimov, K.M., Guseynov, A.N., Gadjiyev, F. M., Gasanov, I.S., Guseynov, G.A., Kocharli, Sh.S., & Zeynalov, M.M. (2002). *Map of tectonic zoning of oil-and-gas bearing regions of Azerbaijan*. Baku: Fabrika kartografii (in Russian).
- Kerimov, K.M., Novruzov, A.K., & Daneshvar, S.N. (2012). Deep faults and some features of oil-and-gas fields in the South Caspian megadepression. *Baku University News*, (3), 69—78 (in Russian).
- Kudryavtsev, N.A. (1963). *Deep faults and oil fields*. Leningrad: Gostoptechizdat, 220 p. (in Russian).
- Lukk, A.A., & Shevchenko, V.I. (2019). Seismicity, tectonics and GPS geodynamics of the Caucasus Kavkaza. *Fizika Zemli*, (4), 99—123 (in Russian).
- Tisso, B., & Velte, D. (1981). *Formation and distribution of oil*. Moscow: Mir, 501 p. (in Russian).
- Khain, N.Dj. (2010). *Geology, exploration, drilling and oil production*. Moscow: ZAO «Olimp-Business», 752 p. (in Russian).
- Yusubov, N.P. (2020). On the issue of fault tectonics of depression zones in Azerbaijan according to seismic data. *SOCAR Proceedings*, (3), 011—017 (in Russian).
- Kadirov, F.A., Floyd, M., Reilinger, R., Alizadeh, A.A., Guliyev, I.S., Mammadov, S.G., & Safarov, R.T. (2015). Active geodynamics of the Caucasus region: implications for earthquake hazards in Azerbaijan. *Proceedings of Azerbaijan National Academy of Sciences. The Sciences of Earth*, (Vol. 3, pp. 3—17).
- Yetirmishli, G.J., Ismailova, S.S., Kazimova, S.E. (2021). Seismicity of the territory of Azerbaijan. *Seismoprognois observations in the territory of Azerbaijan*, 19(1), 3—18.