

Çənubi Xəzər çökəkliyində karbohidrogen miqrasiyasının geoloji-geokimyəvi və modellənmə üsulları ilə tədqiqi

M.F. Tağıyev, g.-m.e.n., I.N. Əsgərov
"Neftqazəlimtədqiqatlayihə" İnstitutu

e-mail: esgerov.israfil@gmail.com

Açar sözlər: neft-ana süxurları, generasiya, miqrasiya, karbohidrogen potensialı, piroliz, hövzə modellənməsi.

DOI.10.37474/0365-8554/2020-10-4-15

Геолого-геохимические и модельные исследования миграции углеводородов в Южно-Каспийской впадине

M.F. Tagiyev, g.-m.e.n., I.N. Askerov
НИПНефтегаз
Ключевые слова: нефтематеринские породы, генерация, миграция, углеводородный потенциал, пиrolиз, бассейновое моделирование.

Приводятся сведения о генерационном потенциале и категорической зрелости различных стратиграфических подразделений осадочной чехлы Южного Каспия на основе анализов пиролитических пород. Кроме того, базируясь на пиролитических данных показана геохимическая связь между скоплениями нефти и газа в продуктивной толще (нижний плиоцен), находящаяся в условиях диалеза, с более погруженными древними отложениями. Освещено современное состояние знаний о миграции нефти и газа в ЮКВ, затронут вопрос о связи типа "истонник-скопление" между органическим веществом генерирующих слоев и нефтяными резервуарами. Приводятся взгляды и геохимические аргументы различных авторов о заполнении резервуаров продуктивной толщей за счет поступления углеводородов из нижележащих слоев олигоцен-миоцена.

Основываясь на результатах бассейнового моделирования в Азербайджане рассмотрены количественные аспекты генерации углеводородов, динамики и формирования аномальных термобарических полей. На основе анализа геохимических данных и модельных исследований, а также учитывая результаты исследований других авторов показаны важность и необходимость восходящей миграции для переноса флюидов из глубоких очагов генерации в резервуары продуктивной толщи.

Geologic-geochemical and modelling studies of hydrocarbon migration in the South Caspian basin

M.F. Tagiyev, Cand. in Geol.-Min. Sc., I.N. Askerov
Oil and Gas Scientific Research Project Institute
Keywords: source rocks, generation, migration, hydrocarbon potential, pyrolysis, basin modelling

Based on pyrolysis data an overview is given on the generative potential and maturity of individual stratigraphic units in the South Caspian sedimentary cover. Furthermore, the pyrolysis analyses indicate that the Lower Pliocene Productive Series being immature itself is likely to have received hydrocarbon charge from the underlying old strata. The present state of the art in studying hydrocarbon migration and the "source-accumulation" type relationship between source sediments and reservoir oils in the South Caspian basin are touched upon. The views of and geochemical arguments by different authors for charging the lower Pliocene Productive Series reservoirs with hydrocarbons from the underlying Oligocene-Miocene source layers are presented.

Quantitative aspects of hydrocarbon generation, fluid dynamics, and formation of anomalous temperature & pressure fields based on the results of basin modelling in Azerbaijan are considered. Based on geochemical data analysis and modelling studies, as well as honoring reports by other workers the importance and necessity of upward migration for hydrocarbon transfer from deep generation centers to reservoirs of the Productive Series are shown.

Giriş

Çöküntü hövzələrinin təkamülü prosesində karbohidrogenlərin (KH) əmələ gəlməsi, miqrasiyası və akkumulyasiyası mövzuları daim əlmlərin diqqət mərkəzində olmuşdur. Hövzələr haqqında geoloji biliklər inkişaf etdikcə neft geologiyası və geokimyası da uyğun olaraq təkmilləşmiş, süxurların, neftlərin və lay sularının öyrənilməsinin laborator üsulları formalaşmışdır. Məlumatlar bazası genişləndikcə onların ümumiləşdirilməsi və ümumi qanunauyğunluqların tapılmasına cəhd göstərilmişdir.

Geologiya bir təbii elmi kimi bilavasitə müşahidələr əsaslınsa da, proseslərin başa düşülməsi, onların kəmiyyət səciyyəsinin verilməsi və ədədi qiymətləndirilməsi üçün nəzəri və təcrübə modellərinin qurulması zərurəti əlmlə inkişafının bütün mərhələlərində mövcud olmuşdur.

Modellənmə bütün suallara cavab verməyə də, ideyaların kəmiyyət və keyfiyyət sınağı üçün əvəz olunmaz alətdir. Nəticələr əyani müzakirənin predmeti olaraq yeni fikirlərə və qərarlara yol açır. Bu mənada görkəmli ingilis riyaziyyatçı-statistik Corc E.P. Boksun "bütün modellərdə yanlışlıq olsa da, onların faydalısı da olur" fikri obyektiv səslənir.

Neft geologiyasının bir elm kimi formalaşmağa başladığı ilk zamanlardan indiyədək KH-lərin miqrasiyası mövzusu əlmlərin daim diqqət mərkəzində olmuşdur. 1990-cı illərin ortalarında başlayaraq Azərbaycanın çöküntü hövzələrində üzvi maddələrin (ÜM) kəmiyyət və keyfiyyətinin müasir geokimyəvi üsullarla (piroliz, molekulyar-izotop və biomarker tədqiqatları) öyrənilməsinə həsr edilmiş işlər dərc edilmişdir. Mezokaynozoy çöküntülərinin KH generasiya potensialı, neft-ana süxurları və rezervuar neftləri arasında "mənbə-yığım" tipli əlaqələrin və "neft-neft" tipli korrelyativ münasibətlərin öyrənilməsi istiqamətində də əhəmiyyətli nəticələr əldə edilmişdir.

Çənubi Xəzər çökəkliyində (CXÇ) neft-ana süxurlarının mövcudluğu və yayılması, KH-lərin generasiya və miqrasiyası, onların yataqlarda toplanması və nəhayət bir sıra hallarda yığımların dağılmasına qədər geniş spektrli proseslər zənciri tədqiq edilmiş və nəşrlərdə əks edilmişdir.

Növbəti bəlmələrdə CXÇ-nin inkişafı, Mezokaynozoy çöküntülərində KH generasiya və miqrasiya proseslərinin öyrənilmə xüsusiyyəti, neftin əmələ gəlməsi haqqında baxışların qısa xülasəsi və müxtəlif modellənmə tədqiqatları barədə məlumatlar təqdim edilir.

CXÇ-nin geoloji inkişafı haqqında

Seysmik məlumatlara əsasən CXÇ-nin qərb hissəsində 25–27 m çöküntü qatı altında 6–8 km qalınlıqla səciyyələnən nazik konsolida olunmuş okeanik qabıq yadır. Eyni zamanda qərbə doğru Kür çökəkliyində konsolida olunmuş kontinental qabıq üçün xarakterik olaraq litosferin qalınlığı 30–40 km təşkil edir. CXÇ-də son 5.5 mln. il ərzində baş vermiş geodinamik proseslər yer qabığında müasir strukturların formalaşmasında müəyyənədirol rol oynamışdır. Yer qabığının regional sıxılması çökəkliyin konsolida olunmuş qabığının subduksiyasına və şimal hissədə çöküntü qatının sürətli enməsinə gətirib çıxarmışdır. Belə bir şəraitdə intensiv seysmik proseslər qırılma və çatlardan əmələ gəlməsinə, eləcə də dərinədə yatan flüidlərin mövcud kanallarla hərəkətinə (axmasına) səbəb olur [1]. Yüksək temperaturlu flüidlər süxurların daxilindən keçərək neft-ana süxurlarının qızmasına və əmələ gəlməsi KH-lərin potensialı toplanma yerlərinə daşınmasına imkan yaradır. Beləliklə, CXÇ-də Pliosen dövründə yer qabığının sürətli enməsi ilə əlverişli antiklinal strukturların formalaşması və onların neftqazlılığı arasında müəyyən əlaqə mövcuddur.

Miosen dövrünün sonunda (5.96–5.33 mln. il) su səviyyəsinin katastrofik düşməsi bazis çöküntü səviyyəsinin enməsinə və bununla da Xəzər dənizinin dünya okeanından təcrid olunmasına gətirib çıxarmışdır. Nəticədə drenaj sistemində dəyişikliklər baş vermiş, Rus platformasının, Qafqaz və Kopet dağlarından Paleoz-Volqa, Kür və Amudərə yayları vasitəsilə CXÇ-yə böyük həcmdə su və çöküntü gəlməyə başlamışdır. Əvvəllər mövcud olmuş topoqrafik "çökəkliklər" çay və dəniz fay-yalarının toplanma yerinə, başqa sözlə Məhsuldar Qatın (MQ) alt təbəqələri üçün məskəna çevrilmişdir.

CXÇ hüdudlarında yer qabığının inkişafında beş tektonostratigrafik mərhələ ayrılır. 2.5 mln. il da-

vam etmiş son mərhələnin əsas geoloji xüsusiyyəti qırıqların əmələ gəlməsi və KH-lərin tələlərə intensiv miqrasiyasıdır [2].

Çənubi Xəzərdə əsas çöküntütoplanma Oligosendən müasir gündək olan dövrdə baş vermişdir. Bu dövrdə çöküntü yatırılması 500–600 m/mln. il orta sürətlə malik olmuş, maksimum qiymətlər MQ əsrində qeyd edilmişdir.

Neft və qaz yataqlarının əmələ gəlməsi üçün bir sıra geoloji-geokimyəvi şərtlərin yerinə yetirilməsi vacib sayılır. Kollektor horizontları və etibarlı izoleədiç örtük layları ilə yanaşı KH toplanması üçün effektiv neft-ana süxurlarının mövcudluğu tələb olunur. Genetik potensialı realizə etmək üçün ana süxurlar dərinə gömülməli və artan geotermal təsir altında KH-lərin əsas generasiya zonasına daxil olmalıdır.

Neft-ana süxurları və ÜM-in geokimyəvi tədqiqatları haqqında

Çökmə formasiyalarda neft və qazın paylanması hövzənin uzunmüddətli geoloji inkişaf proseslərinin nəticəsidir. Ana süxurlarda ÜM-in katagenetik çevrilməsi, birinci və ikinci miqrasiya, əmələ gəlməsi flüidlərin tələlərdə toplanması və saxlanması çöküntülərdə KH potensialının formalaşmasında ardıcıl mərhələlərdir. KH-lərin çöküntü qatında uzun zaman intervalında fasiləsiz hərəkəti onların hövzədə yayılmasına, yığılma xarakteri və toplanmasına əhəmiyyətli təsir göstərir. Miqrasiya proseslərinin təhlili təbii KH sistemlərinin realizasiya dərəcəsinin qiymətləndirilməsinin vacib elementidir.

Məlumdur ki, çökmə süxurlarda ÜM-in çevrilməsi mərhələli prosesdir və yeni layların yığılması ilə yanaşı temperaturun yüksəlməsi ilə bilavasitə əlaqədardır. Cavan çöküntülərin ÜM-də "relikt KH" (geokimyəvi fossililər) adlanan az miqdarda KH birləşmələri mövcuddur. Bu mərhələdə metan yeni əmələ gələn yeganə KH növüdür. Bəzi hallarda biogen mənşəli metana da rast gəlinə bilər. Çöküntülərin gömülməsi zamanı kərogendə oksigen miqdarının əhəmiyyətli dərəcədə azalması və bununla yanaşı karbonun konsentrasiyasının artması baş verir. Oksigen rabitasının dağılması bəy-yük miqdarda su və karbon qazının, həmçinin bir sıra heteroatomlu azot, kükürd və oksigenli birləşmələrin əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur. Kərogendə, əsasən də onun 3-cü tipində, müəyyən miqdarda qaz generasiya oluna bilər. Diagenetik mərhələdə olan çöküntülər termik çevrilməyə məruz qalmadığından KH axtarışı nöqtəyi-nəzərdən maraqlı kəsb etmir.

Çöküntülərin gömülməsi zamanı temperaturun artması kerogenin termik parçalanmasına gətirib çıxarıb və nəticədə alifatik (zəncirvari), naft və aromatik (tsiklik) KH-lər əmələ gəlir. Yeni əmələ gəlmiş KH-lər asan orta və aşağı molekulyar çəkiyə malik olur. ÜM-in katagenetik çevrilməyə uğradığı dərinlik diapazonu əsas neftmədələmə zonası, yaxud "neft pəncərəsi" adlanır. Katagenetik neftmədələmənin əsas mərhələsidir və burada maye KH-lərin krekinq prosesləri də baş verir (C–C atom rəbitəsinin qırılması). Neft sıralı KH-lərin parçalanması nəticəsində yağlı qazlar əmələ gəlir, bununla yanaşı, temperaturun qalxması ilə qaz fazasında quru qazın (metan) miqdarı sürətlə çoxalır. Neft-qaz xatərisində baxılan sahədə neft-ana laylarının katagenetik yetkinliyinə prinsipial əhəmiyyət verir.

Metagenetik ÜM-in termik inkişafının son mərhələsidir və böyük dərinliklərdə baş verir. Metagenetik zamanı qalığ kerogenin müəyyən miqdar metan generasiya edilib ləhin. Lakin çöküntülərdə böyük həcmə metan generasiyası əvvəllər əmələ gəlmiş maye KH-lərin parçalanması hesabına ola bilər. Əgər metagenetik mərhələsində qazların toplanması üçün əlverişli şərait mövcud olarsa quru qaz yataqlarının yaranması mümkündür [3].

CXC və ona yaxın ərazilərdə Mezokaynozoy çöküntülərində ÜM-in tədqiqi müxtəlif müəlliflərin əsərlərində əksini tapmışdır. Azərbaycanın Mezokaynozoy çöküntülərinin neft-qaz generasiya xüsusiyyətlərinə həsr olunmuş işlərdə Olioqsen-Miosen çöküntülərində ÜM-in miqdarının nisbətən yüksək olması haqda qeyd edilmişdir. Bu işlərdə Maykopun gillli süxurlarının digər stratigrafik vahidlərə nəzərən həm maye, həm də qaz tərtəmə imkanlarını daha yüksək olması haqda rəqəmlər və mülahizələr verilmişdir.

İlk monoqrafik işlərdən birində Abşeron yarımadası və quruda ona bitişik rayonların ərazisində Maykop lay dəstəsində nefttərtədi layların mövcud olduğu göstərilmişdir [4].

Abşeron yarımadasının şərq hissəsi, Kürüyanı rayonu cənub-şərq hissəsi, Bakı arxipelaqı adaları və cənubi Qobustanın sahəliboyu hissəsində MQ-nin aşğıllarının da nefttərtədi xüsusiyyətlərə malik olduğu müəyyən edilmişdir. Azərbaycanın bir sıra şərq regionları üzrə əldə edilmiş məlumatlar əvvəlki müşahidələrlə uzaqlaşaraq, Olioqsen-Miosen çöküntülərində nisbətən yüksək ÜM miqdarının olduğunu göstərmişdir [5].

Mezokaynozoy çöküntülərində neft-qaz əmələgətmə xüsusiyyətlərinin tədqiqinə həsr edilmiş nəşrdə Maykopun gillli süxurlarının maye və qaz-

vəri KH-lərin məhsuldarlığı baxımından kəsilşədə əvəlişli xassələrə malik olduğu qeyd edilmiş [6].

Azərbaycanda çöküntülərin neft-qaz əmələgətmə xassələrinin öyrənilməsində yeni mərhələ Rock-Eval və Oil Show Analyser piroliiz üsullarının tətbiqi ilə başlamışdır [7, 8]. Bu laborator üsul çökme süxurlarda olan ÜM-in termik yetkinliyi, kamiiyyət və keyfiyyət göstəriciləri haqqında məlumat verir. Piroolitik analizlər üçün nümunələrin hazırlanması az vaxt aparır. Piroliiz üsulu yüksək effektivliyi sayəsində bir sıra geokimya və məhsuldarlığı həllində, xüsusən də nümunələrin skrininq-analizi üçün daha əlverişlidir [9, 10].

Burada bir metodik məqamə diqqət etmək lazımdır. Təbii geoloji şəraitdə çöküntü qatının qızması üçün milyon illər tələb olunur. Bu proses tədracən gətirdiyi üçün ÜM-in parçalanaraq KH əmələgətmə müddəti uzanır. Laboratoriyaya şəraitində ÜM-in termik dağılmasını təmin etmək üçün lazım olan temperatur gömülmüş çöküntü hövzələrində müşahidə olunan temperaturdan 3–5 dəfə yüksəkdir. Piroliiz cihazının yaratdığı tədracən artan temperaturun təsiri (250–550 °C) ilə kerogenin parçalanması 25–30 daqiqəyə aparılır.

Rock-Eval piroliiz üsulu oksigeniz inert mühtida süxur nümunəsində ÜM-in termik parçalanmasını təmin edən laborator üsuldur. Bu üsul süxurun mineral matrisinə daxil olan ÜM-in miqdarı, keyfiyyəti və termik yetkinliyi haqqında məlumat verir. Nümunələrin hazırlanması və onların analizi az vaxt tələb etdiyi üçün qeyd edilən metod süxurda KH miqdarının kimyəvi ekstraksiya üsulu ilə təyin edilməsinə əvəz edir. Rock-Eval üsulu bir neçə parametrimin ölməməsinə həyata keçirir. Alovlu ionlaşdırma detektoru piroliizin gedisində ayrılan üzvi birləşmələri qeyd edir. İkinci mərhələdə mətədil istilik təsiri nəticəsində süxur nümunəsində olan ÜM-dən sərbəst və sorbsiya olunmuş KH-lərin ayrılması baş verir (birinci pik – S1 kimi işarə edilir).

Daha yüksək temperatur diapazonunda kerogenin piroolitik parçalanması üsulu ilə alınmış KH-lərin miqdarı ikinci pik S2 şəklində qeyd edilir. 390°C temperaturadaq ÜM-dən əmələ gəlmiş CO₂ (karbon dioksidi) miqdarı üçüncü pik S3 şəklində qeydə alınır. Bu parametrlərin (S1, S2 və S3) ölçü vahidi mq/q ilə ifadə olunur (yon 1 q süxurdan laborator şəraitində ayrılmış piroliiz məhsulu, mq). S2 pikinin hədudlarında uçucu KH maddələrinin ayrılmasında ən yüksək intensivliyə cavab verən temperatur nöqtəsi T_{max} kimi işarə edilir. ÜM-in katagenetik çevrilmə səviyyəsinin interpretasiya edilməsində bu parametrlə xüsusi əhə-

miyyət verilir. Hidrogen indeksi (HI – Hydrogen Index) S2 pikinə ədə KH miqdarı ilə süxurda olan ÜM-in kamiiyyət nisbətini (mq ÜM/q TOC) göstərir. Oksigen indeksi (OI – Oxygen Index) S3 pikində ölçülən karbon dioksidin miqdarı ilə ÜM-in kamiiyyət nisbətini (mq CO₂/q TOC) ifadə edir.

Piroliizdə S1/(S1+S2) nisbətə PI akronimi ilə tanınır və məhsuldarlıq indeksi (Production Index) adlanır. T_{max} parametri ilə birgə ÜM-in termik yetkinlik göstəricisi kimi istifadə edilir. Bundan başqa, aşağı katagenetik yetkinliyə malik çöküntülər üçün PI indeksi KH-lərin avtoxtən və ya əlloxton olmasını müəyyən etməyə imkan verir. Piroliiz tədqiqatları şərq Azərbaycan ərazisində müxtəlif sahələrdən götürülmüş çoxsaylı kəsilşələri əhatə etmişdir. Burada Yuradan müasir dövərədək geniş stratigrafik çöküntü kompleksini iştirak edir. Pliosen qədim çöküntüləri texniki olaraq əlçətmə dərinliklərdə mövqə tutur. Onların neft əmələgətmə xüsusiyyətləri təbii çıxışlarında götürülmüş nümunələrə, yaxud palçıq vulkanları və sitosilə yer üzərində çıxarılmış süxurlara əsasən öyrənilir [11].

Orta Yura çöküntüləri Cənub-Şərq Qafqazın şimal yamaqlarında təbii süxur çıxışlarında öyrənilir. Bu çöküntülərin ÜM-i amorf qarışıqlardan, yosun, bitki və ağac üzvi qalıqlardan ibarət olaraq, Tisso təsnifatına görə 2-ci və 3-cü tipə uyğun gəlir [9]. TOC-nin miqdarı (Total Organic Carbon: süxurda ÜM miqdarının çəki % ilə ifadəsi; beynəlxalq işarədir) orta qiyməti (o.e.) 0.76 olmaqla, 0.05-dən 3.41 %-də geniş intervalda dəyişir. Orta Yura çöküntülərində ÜM yüksək termiki çevrilmə mərhələsinə çatmışdır. Vitritinin əksətmə qabiliyyətinin (VƏQ; %RO işarəsi də istifadə edilir) orta qiyməti 0.98 %, piroliiz T_{max} parametrimin orta qiyməti isə 479 °C təşkil edir.

Ümumiyyətlə, Tabaşır çöküntüləri TOC 0.05–1.84 %-arısında dəyişən (o.e. 0.22 %) süxurda üzvi qatımın zəngin olmayan miqdarı ilə xarakterizə olunur. HI-nin aşağı qiyməti (o.e. 83) çöküntülərin mətədil qaz əmələgətmə qabiliyyətini, VƏQ-in 0.62 % (o.e.) isə üzvi katagenetik başlanğı mərhələdə olduğunu göstərir. Mezokaynozoy kəsilşində Paleosen çöküntüləri TOC-nin nisbi miqdarına görə ən zəif göstərici ilə xarakterizə olunur (o.e. 0.03 %, dəyişmə intervalı 0.01–0.08 %).

Eosen çöküntüləri də aşağı TOC miqdarına malik olaraq, əsasən ağac fragmentləri və inert üzvi qalıqlardan ibarət, KH əmələgətmə qabiliyyəti olmayan ÜM ilə təmsil olunur. Ortalama 0.46 % TOC miqdarı ilə HI göstəricisinin qiyməti

29 kömiyyətinə aşır.

Maykop LD süxurlarında TOC digər çöküntülərə nisbətən daha yüksək qiymətlərə sahibdir (o.e. 1.86 %, bir nümunədə hətta 15.1 % qiymət qeyd edilmişdir). Hidrogen indeksinin orta qiyməti 146 olmaqla, 11–612 aralığında dəyişir. Maykopda ÜM miqdarı dəyişikləri: kəsilşələrdə ÜM ilə zəngin təbəqələr, az üzvi konsentrasiyaya malik laylar ilə növbələşir. Şərq istiqamətində (qurudan dənizə doğru) bu çöküntülərdə ÜM-in miqdarı və keyfiyyət göstəricilərinə artım qeyd olunur. Bununla olandaqlar olaraq, hövzənin daha çox gömülmüş qədim hissələrində Maykopun daha yüksək KH əmələgətmə potensialına malik olacağı gözlənilir [11]. Orta Miosen yaşlı Cəkrak horizontunda TOC-nin miqdarı 0.09–2.44 % (orta 1.10 %), HI-kamiiyyəti isə 73–541 mq KH/q süxur (orta 204) hədudlarında dəyişir. Bu qiymətlər ÜM keyfiyyətinin qənaətbəxş olduğunu və çöküntülərdə maye və qaz KH-lərin yaranma mümkünlüyünü göstərir.

CXC-nin şimal-qərb hissəsinin Diatom çöküntülərində (Orta-Üst Miosen) orta TOC miqdarının 0.63 % olduğu, HI indeksinin isə 12–427 (orta 105 mq KH/q süx.) diapazonunda dəyişdiyi müəyyən edilmişdir. Diatom çöküntülərində ÜM-in kamiiyyət və keyfiyyət parametrlərinin dərinliyə doğru, həmçinin çöküntülərin regional gömülməsi istiqamətində yaxşılaşdığı qeyd edilir. Buna əsaslanaraq, hövzənin dərinə gömülmüş hissələrində, bu laylarda böyük həcmə maye KH-lərin generasiya oluna biləcəyinə ehtimal etmək olar [11].

Delta və sahilyanı şəraitlərdə toplanan MQ çöküntüləri (Alt Pliosen) aşağı kamiiyyət və keyfiyyətli ÜM ilə xarakterizə olunur (o.e. 0.47 % TOC). MQ çöküntülərində ÜM az miqdarda amorf və yosun qatqısı olan əsasən ali bitki məhsulları qalıqları ilə səciyyəli. Kern şliflərində VƏQ-in ölçülmüş qiymətləri hətta yüksək dərinliklərdə Alt Pliosen çöküntülərinin ÜM-in katagenetik mərhələsinə daxil olmadığını işarə edir. Daha dəqiq desək, 5300 m dərinliyədək olan nümunələrdə VƏQ-in qiymətləri neft pəncərəsinin başlanğı ekvivalent RO = 0.6 % səviyyəsindən kiçik olmuşdur.

Yuxarıda göstərilən tədqiqatların müxtəlif vaxtlarda aparılmasına, metodik fərqliliyə, zaman məsələsinə və s. baxmayaraq, prinsipial mənzərə dəyişməz qalır. Dərc olunmuş ədəbiyyatın təhlili belə nəticəyə gəlməyə imkan verir ki, Şamaxı-Qobustan və Abşeron rayonlarında Olioqsen-Miosen intervalı çöküntü qatında ÜM-in miqdarı və keyfiyyətinə görə əvəlişli KH generasiya qabiliyyəti ilə seçilir. Olioqsen-Miosenin bütün bölmələ-

saylı makro təzahürə şəklində də müşahidə olunur. Buna misal olaraq Yanardağ qaz çıxışı, palçıq vulkanları üzərində neft göllərini, Daşgili və s. göstərmək olar. III miqyasının daha bir forması kimi palçıq vulkanlarının boğazı ilə flüidlərin 15 km-a qədər məsafəni qət edə biləcəyi qeyd edilmişdir.

III miqyasıya KH qazlarının mikro axınları formasında da ola bilər. Bu tipli qaz axınları regional nəfəsli-qazlı çöküntü qatı üzərində yüksək qaz fonu və lokal sənəyə KH yığımları üzərində qaz anomalıyaları şəklində də əks olunur. Müəllifin fikrincə, seysmik hərəkətlər flüidlərin miqyasının intensivliyinin impuls şəkilli güclənməsinə kömək edir.

KH-lərin çöküntü qatında miqyasının göstərən dəlillərdən biri də yerüstü bitum yataqlardır. Bitumlar təbii neft-qaz yığımlarının hipergenezə məruz qalmış qalıqlarıdır. Şamaxı-Qobustanda yer səthində rast gəlinən bitum yığım və yataqları KH-lərin üçüncü miqyasının təzahürüdür. Təbii bitumların geokimyəvi xüsusiyyətləri tektonik inversiya nöqtəsində neft yığımlarının fiziki və kimyəvi dağılması proseslərinin təsiri altında formalaşmışdır. Tədqiqatçıların gəldiyi nəticəyə görə ayrı-ayrı yataqlarda (Qırmızı yatağı istisna olmaqla) ağır neft-malta-asfalt-asfaltit zəncirinin bütün mərhələləri təmsil olunmuş bitumların müxtəlif çevrilmə diapazonu müşahidə edilir [23]. Maraqlıdır ki, bitum yığımlarında yaxşı həcm-süzülmə xassələrinə malik laylara da rast gəlinir. Bu layların bitumla doyumu geniş diapazonunda dəyişir və nadir hallarda bitum məsələli fəzanın böyük hissəsini tutmuş olur.

Müxtəlif geoloji obyektlər (süxurların yerüstü çıxışları, palçıq vulkanlarından atılmaqlar və kern nümunələri) üzrə süxur nümunələrinin analizi həvzənin qalın laylarında KH-lərin miqyası xüsusiyyətlərinin tədqiqinə imkan yaratmışdır. Pirozinin müxtəlif indekslərinin asılılığını əks etdirən annotasiyalı (izahlı) diaqramların qurulması yolu ilə daha çox geokimyəvi informasiya əldə edilə bilər. Mütəqayisə, korrelyasiya və analitik təhlilin digər formaları üçün məlumatlar stratigrafik yaşa, yatağa, nümunənin götürülmə yerinə və s. görə qruplaşdırılır [13].

Pirozinin PI əmsalı ana süxurların katagenetik yetkinlik dərəcəsinin təyini üçün istifadə edilə bilər. Bu indeks bəzə də qısa da olsa məlumat vermək zəruridir. Əgər KH-lər generasiya edilmiş ana süxurları tərk etməyibsə, bu halda katagenet mərhələsinə daxil olmuş ÜM-in yetkinlik səviyyəsinin artımı indeksin 0,2–0,4 diapazonun-

da artan qiymətləri ilə ifadə olunur. Digər tərəfdən əgər süxurlar (yəni ÜM) katagenetik cəhətdən qeyri-yetkin statusa malikdirsə, onda PI indeksinin 0,2-dən yüksək qiymətləri həmin süxurlara KH-lərin gətirilmə olduəna işarə edir [24].

Oliqosen-Miosen (Maykop) və Orta-Üst Miosen və Alt Pliosen yaşlı çöküntülərdə PI indeksinin paylanması dərin təbəqələrdən yer üzərinə doğru KH miqyasınının ayarı mənzərəsi kimi interpretasiya olunur [17]. Stratigrafik kəsiliş boyu qədim çöküntülərdən (Oliqo-Miosen) cavab çöküntülərə (Alt Pliosen) doğru miqyasıya etmiş KH-lərin nisbi miqdarının artması müşahidə edilmişdir. Belə ki, Maykop nümunələrinin 1/8 hissəsində, Miosenin 1/5, MQ-nin isə 2/3 nümunə segmentində miqyasıya əlamətləri müşahidə edilmişdir. Beləliklə, geokimyəvi dəlillər MQ-nin həm səhəvi, həm də dərinlik baxımından müxtəlif nöqtələrini əhatə edən kern nümunələrində dərin generasiya intervallarından gəlmiş və Alt Pliosen laylarına daxil olmuş KH-lərin olduğunu təsdiq edir. Maraqlıdır ki, palçıq vulkanik atılma süxurlarında miqyasıya ilə daxil olmuş KH-lərin nisbi miqdarı çox olsa da, təbii çıxışlardan əldə edilmiş nümunələrdən alloxton (gətirilmiş) KH-lərin az olduğu qeyd edilir. Göstərilən məlumatlar CXÇ-nin KH flüidlərinin generasiya və miqyasınının fərqli aspektlərinə həsr edilmiş, əvvəllər dərc olunmuş elmi nəşrlərin nəticələri ilə uzlaşır [14, 20, 22, 25]. Beləliklə, MQ nəfslərinin daha qədim və dərinədə yatan Oliqosen-Miosen laylarından qaynaqlandığı haqqında tutarlı geokimyəvi arqumentlər göstərilmişdir.

ÜM-in termokatalitik parçalanması və sonrakı mərhələdə çökmə qatın böyük dərinliklərində maye KH-lərin kərkənci böyük həcmdə neft-qaz miqyasıya axınlarının əmələ gəlməsi ilə nəticələnir. Anomal yüksək sürətli çöküntütoplanma şəraitində subvertikal miqyasıya dərin katagenetik yetkin KH əmələgəlmə ocaqlarından flüidlərin intensiv axınına təmin edir.

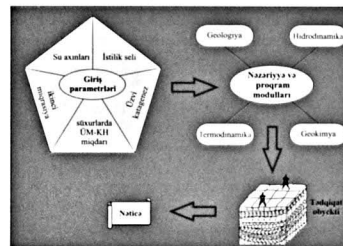
Məsamə təzyiqinin təbii gradiyenti miqyasıya axınlarının lateral və subvertikal yerdaşmasına yardımçı olur, mikro səviyyədə isə üzərgilik qüvvəsi KH-lərin kapillyar kanalları ilə irəliləməsinə kömək edir. Zəif keçiriciliq gilli-alevrolitli süxurlar içərisində çat və qırılmaların mövcudluğu böyük məsafədə flüidlərin miqyasını təmin etmək üçün vacib şərtidir.

Beləliklə, geokimyəvi pirozil tədqiqatları, əsasən diagenetik transformasiya şəraitində yerləşən MQ çöküntülərində KH yığımlarının formalaşması üçün əltdə yatan qədim təbəqələrdən

KH-lərin miqyasınının əlamətlərinin nümayiş etdirmişdir [17]. Eyni zamanda Azərbaycanda həvzə modellənməsi istiqamətində böyük inkişaf edilmişdir, neft-qaz generasiyası, flüidlərin dinamikasi, anomal təzyiq və termal sahələrin formalaşması istiqamətində bir sıra məsələlərin kəmiyyət təsviri verilmişdir.

CXÇ-də modelləmə tədqiqatları

Dəqiq təbiət elmlərinin inkişafı riyazi modellənmənin təbii imkanlarını artırmışdır. Hələ 1960-cı illərin sonlarında neft geologiyasına bilavasitə təbii olanun ilk program təminatı hazırlanmışdır. Neft-ana süxurlardan çöküntü ÜM-in temperaturdan asılı olaraq neftə və qaza çevrilməsinin ilk riyazi modelini Fransa Neft İnstitutunda program təminatı şəklində həyata keçirmişlər [26]. Sonradan Almaniya və ABŞ elmi mərkəzlərində bu istiqamətdə araşdırmalar aparılmışdır. Vəltə və Yüklər geoloji, geofiziki, geokimyəvi, hidrodinamik və termodinamik proseslərin inteqrasiyasına əsaslanan modellər qurmuş və nəticələrinin həssaslıq dərəcəsinin qiymətləndirmələri [27]. Çöküntü təbəqələrinin qalınlığı, təzyiqlik, temperatur, məsaməlik, sıxlıq, termal keçiricilik, istilik axınları, ÜM-in yetkinliyi və məsaməli mühitdə KH miqdarının hesablanması alqoritmlərini modelə daxil edərək KH-lərin geoloji zaman ərzində hərəkəti və toplanmasını ilk üçölçülü kəmiyyət modelinin nəticələrini elmi ictimaiyyətə təqdim etmişlər.



Şəkil 1. Üçölçülü deterministik-dinamik modelin quruluşu sxemi (Welte & Yüklər, 1981)

Şəkil 1-də qeyd edilən modelin giriş parametrləri, proseslərinin rəqəmsal konsepsiyası və onların arasında olan əlaqələr göstərilmişdir. Bu cür modellənmənin perspektivliyini anlayan enerji şirkətləri və program təminatı üzrə mütəxəssislər texnologiyaların riyazi və kompüter əsaslarını təkmilləşdirmiş və nəticədə hazırda praktikada geniş

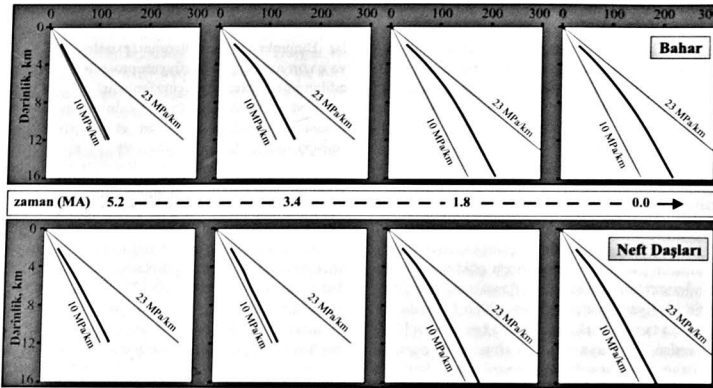
yayılmış həvzə modellənməsi proqram paketlərinin ilk kommersiya versiyasının işləyib hazırlanması. Bununla da modellənmə texnologiyası neft və qazın axtarışı və kəşfiyyatı prosesində istifadə edilən intellektual alətlərdə genişlənmişdir.

Hövzənin təkamülünün öyrənilməsi üçün onun müasir vəziyyətini müəyyən etməsi paleo-geoloji-geofiziki, fiziki-kimyəvi və s. proseslərin kompleks təsviri tələb olunur. Kompüter vasitələrinin köməyi ilə multi birölçülü hesablamalarla həvzə modellənməsi yerinə yetirilmişdir. Bu məqsədlə quruda Aşağı Kür çökəkliyi, Abşeron akvatorial zonası və Bakı arxipelaqının şimal hissəsinin bir sıra sahələrinin çöküntü kəsilişi tədqiqatı obyektli olub [28]. Şərti quyuların yerləşmə xətti boyu mövcud geoloji-geokimyəvi məlumatları KH-lərin əmələ gəlməsi və onların həvzənin gəlməsinə istiqamətində sub-şaxılı miqyasıya, istilik keçirmə, çöküntülərin sıxlaşması proseslərinin modelənməsinin əsası təşkil edir. Məlum olduğuna kimi, Cənubi Xəzər qəbirçinliyinin Kaynozoy çöküntü kəsilişində gilli-alevrolitli sedimentlər üstünlük təşkil edir. Qondaşlı ilki təmsil olunmuş rezervuarlar kəsilişin nisbətən kiçik intervallarda yerləşərək, zəif keçiriciliyiylə yanaşı nəvələri. Məlumdur ki, anomal yüksək sürətli çöküntü toplanma şəraitində normal sıxlaşma təmin etmək üçün məsamə flüidlərinin xaric ediləmə tempi kifayət qədər olmur. Gilli layların üstünlük təşkil etdiyi intervallarda natamam sıxılma məsələ təzyiqlərinin artımı ilə müşayiət olunur.

Oyuni olaraq, bu Bahar və Neft Daşları sahələrinin üçün məsamə təzyiqinin geoloji zamanda dərinlik boyu paylanması model diaqramlarında təsvir edilmiş (şəkil 2). Bahar sahəsinin sinxron layları MQ – Dördüncü Dövr zaman intervallında Neft Daşlarına nəzərən daha çox çöküntü qəbul etdiyi üçün daha dərinə gömülmüşdür. Eyni zamanda daha gilli kəsilişə malik Bahar sahəsində flüidlərin məsələləri tərk etməsi ləngimiş və məsamə təzyiqlərinin artımı baş vermişdir.

Qeyd edilmiş kimi, Azərbaycanda Mezoqaynozoy çöküntülərində ÜM daniz və terrigen mənşəli üzvi qalıqlardan ibarətdir. Bu cür material eyni zamanda maye və qazvari KH generasiya etmə qabiliyyətinə malikdir. Çökmə qatın ayrı-ayrı yarıdlarında ÜM ilə nisbətən zəngin çöküntülərinin payı böyük deyildir, onların generasiya xassələri isə geniş intervalda dəyişir. Digərillərini nisbətən Oliqosen-Miosen layları ÜM ilə daha zəngindir.

Flüidlərin konvektiv hərəkətinin intensivliyi süxurun mineral kəskinin geostatik təzyiqi altında



Şəkil 2. Bahar və Neft Daşları sahələrində 1D modellənmə əsasında məsamə təzyiqinin proqnoz ayrılması (MA – mega anna (lat.) – milyon il)

da sıxılması və bunu müşayiət edən məsamə təzyiqinin paylanması proseslərinin modellənməsi əsasında hesablanır. Əlbəttə, qeyd edilməlidir ki, süxurların keçiriciliyi, KH fəzası və məsamə sularının fəza keçiriciliyi kimi giriş parametrlərinə nəzərə alınması modellənmənin təməl şərtlərindəndir.

KH-lərin generasiya və miqyasının birliyi modellərinin bir xüsusiyyətini qeyd etmək lazımdır: burada flüidlərin çat və qırılmalar vasitəsilə yerdəyişməsi, başqa sözlə, şırmaq tipli miqyasıya birliyi simulyasiya modellərinin predmeti deyildir. Birliyi olduğu görə, neft və qazın lateral filtrasiya axını 1D modelin simulyasiya predmeti ola bilər. Flüidlərin məsamələrdən ixrac edilməsi və yuxarıya doğru hərəkət prosesi inhaft edilir. CXÇ-nin Pliosen – Dördüncü Dövr inhaftı mərhələsində intensiv çökmə toplanma nəticəsində qalın terrigen süxur layları formalaşmışdır. Beləliklə, göstərilən sahələrdə Miozen çökmələrinin tavanı 3800 m-dən (Kürovdağ) 5900 m (Bulla-dəniz) dərinliyədək gömülmüşdür. Struktur-tektonik müxtəliflik və geotermal sahənin xüsusiyyətləri KH-lərin kəsiliş boyu müasir paylanmasına böyük təsir göstərib.

Hesablamalara müvafiq olaraq, əgər 3.4 mln. il bundan əvvəl KH-lə doyumuğun piki gec Oligosen çökmələrindən xeyli qədər təbəqələrdə qeyd edilirsə, 1.8 mln. il əvvəlcə gəldikdə bu pik Bahar və Neft Daşları sahələrində Oligosen intervalı səviyyəsində qərarlaşır. Qeyd olunan sahələrin

müasir zaman kəsilişlərində KH-lərin maksimal konsentrasiyası Orta-Üst Miozen layları dərinliklərində proqnozlaşdırılır. Şərqdə yerləşən strukturların (Kürovdağ, Kürsəngi, Hamamdağ-dəniz və Bulla-dəniz) çökməsi zamanı maye KH-lərin əmələgəlmə və saxlanması pikiqlərinin yerləşməsinə də əhəmiyyətli dəyişiklik baş vermişdir. Neft pikinin stratigrafiya mövqeyi 3.4 mln. ilik dövr ərzində Mezozo çökmələrindən Kaynozoya yerini dəyişmişdir. Kürsəngi və Hamamdağ-dəniz sahələrində Oligosen çökmələri erkən neft əmələgəlmə zonasına daxil olmuşdur.

Diqramlarda neftin toplanma piki ilə əlaqədar olaraq bir xüsusiyyət izlənilir: 3.4 mln. il bundan əvvəldən indiyə qədər onun xeyli azalması nəzərə çarpır. Gec Pliosen və Antropogen dövründə hövzədə sürətli gömülmə tempi böyük dərinliklərdə intensiv temperatur artımına və maye KH-lərin intensiv krekinə səbəb olmuşdur. Kəsiliş boyu neft və qazın miqdarı paylanmasına baxarkən geotermik rejimlərin müxtəlifliyini də nəzərə almaq lazımdır. Məsələn, Bulla-dəniz yatağında temperatur qradienti 1.3 °C/100 m olduğu halda, həmin göstərici Bahar strukturunun kəsiliş üçün 2.1 °C/100 m qiyməti ilə xarakterizə olunur. Bahar sahəsində şimal və şimal-şərq istiqamətində çökmə qatın isinmə dərəcəsi artmaqda davam edir.

Modellənmə kəsilişlərinin stratigrafiya və dərinlik bölgəsində antiklinal qalxımların ümumiləşdirilmiş xarakteristikası istifadə edilir. Qonşu sink-

linarlarda eyniyəşli laylar daha böyük dərinliklərdə endiyi üçün modellənmə proseslər istilik sahəsinin, sıxılma dərəcəsinin və digər faktorların lokal xüsusiyyətlərinə müvafiq olaraq, daha kəskin termobarik şəraitdə baş verəcəkdir. Eyni zamanda bu, generasiya zonasına daha cavan stratigrafiya vahidlərinin daxil olması deməkdir.

1D modellənmə nəticələrinin təhlili göstərir ki, Alt Pliosen – MQ çökmələrində KH yığımları yalnız flüidlərin məsamə-filtrasiya axınları sayında təşəkkül tapa bilməzdi. İfrat sürətli çökmə toplanma şəraitində flüidlərin daha çox subvertikal hərəkətliyi üçün zəifkeçiriciliyi gilli-alevrolitli süxurların əhatə edən çat və qırılmalar sistemi zəruridir. Yalnız bu cür sistem dərinədə yatan katagenezik yetkin KH törədicisi horizontlardan emiqrasiya etmiş flüidlərin intensiv naqlını və nisbətən qısa zaman ərzində mövcud kollektorlara dolmasını təmin edə bilər. Multi-1D modellər əsasında aparılmış təhlil Pliosen Dövründə sürətli çökmə toplanma şəraitində qaz-neft flüidlərinin subvertikal miqyasınının zəruri və əhəmiyyətli olduğunu bir daha göstərmişdir.

CXÇ-də neft pəncərəsinin dərinlik intervalllarında ÜM-in termik parçalanması və böyük dərinliklərdə maye KH-lərin krekinə nəticəsində çox böyük həcmdə qaz əmələ gəlir. Yüksək təzyiqli temperatur şəraitində sıxılmış qaz axınları süxurlardan filtrasiya edərkən maye KH-lərin əhəmiyyətli həcmi özündə həll və naql edilir. Qurulmuş modellərə əsasən, sürətli çökmə toplanma şəraitində flüidlərin böyük məsafələrə effektiv sub-

vertikal miqyasıya üçün zəifkeçiriciliyi gilli-alevrolitli süxurların daxilində keçən çat və qırılma sisteminin olması zəruridir.

Beləliklə, geoloji-geofiziki və geokimyəvi məlumatların təhlili, bu məlumatlar əsasında qurulmuş hövzə modelləri MQ-də yataqların formalaşmasında KH flüidlərinin subvertikal miqyasınının vacibliyini göstərmişdir.

Nəticə

1. Azərbaycanın çökmə hövzələrində ÜM-in və neftlərin müasir geokimyəvi üsullarla (piroliz, molekulyar-izotop və biomarker tədqiqatları) öyrənilməsi əsasında çökmələri KH generasiya potensialı, neft-ana süxurları və rezervuar neftləri arasında "mənbə-yığım" tipli əlaqələr və "neft-neft" tipli korrelyativ münasibətlər müəyyən edilmişdir.

2. MQ neftlərinin daha qədim və dərinədə yatan Oligosen-Miozen laylarından qaynaqlandığı haqqında əsaslı geokimyəvi argumentlər göstərilmiş və hövzə modellərində təsdiqini tapmışdır.

3. Azərbaycanda hövzə modellənməsi istiqamətinin inkişafı əsasında neft-qaz generasiyası, flüidlərin dinamikası, anomol təzyiqli və termal sahələrin formalaşmasını komiyat təsvirləri verilmişdir.

4. CXÇ-də neft-ana intervallarına aid geoloji-geofiziki və geokimyəvi məlumatların təhlili subvertikal miqyasının neft və qaz toplanması və bir sıra hallarda yığımların dağılmasında vacib və zəruri rolunu göstərmişdir.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Mamedov P.3. О причинах быстрого прогибания земной коры в Южно-Каспийской впадине // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2008, № 1, с. 8-19.
2. Абдуллаев Н.Р., Райли Г., Грин Т. История осадконакопления продуктивной толщи в Южном Каспии с учетом погружения бассейна (часть 1) // Азербайджанское нефтяное хозяйство, 2010, № 9, с. 8-17.
3. Verweij J.M. Hydrocarbon migration systems analysis. – Amsterdam: Elsevier, 1993, 276 p.
4. Жафаров Д.В., Мехтиева Ш.Ф. К битуминологу третичного комплекса юго-востока Азербайджана. – М.: Изд-во АН СССР, 1959, 112 с.
5. Али-заде А.А., Ахмедов Г.А., Алиев Г.-М.А., Павлова В.А., Хакиев Н.И. Оценка нефтегазопроизводящих свойств мезо-кайнозойских отложений Азербайджана. – Баку: Элл, 1975, 140 с.
6. Корчагина Ю.И., Гулиев И.С., Зейналова К.С. Нефтегазоматеринский потенциал глубокопогруженных мезозойско-кайнозойских отложений Южно-Каспийской впадины // Проблемы нефтегазоносности Кавказа. – М.: Наука, 1988, с. 35-41.
7. Lerche I., Bagirov E.B., Nadirov R.S., Tagiyev M.F., Guliyev I.S. Evolution of the South Caspian basin : geologic risks and probable hazards. – Баку: "Nafta-Press", 1996, 626 p.
8. Гулиев И.С., Тагиев М.Ф., Фейзуллаев А.А. Геохимическая характеристика ОБ майкопских отложений Восточного Азербайджана // Литология и полезные ископаемые, 2001, № 3, с. 324-329.
9. Туссо Б., Вельте Д. Образование и распространение нефти. – М.: Мир, 1981, 497 с.
10. Лопатин Н.В., Емец Т.П. Пироллиз в нефтегазовой геохимии. – М.: Наука, 1987, 144 с.
11. Feyzullayev A.A., Guliyev I.S., Tagiyev M.F. Source potential of the Mesozoic-Cenozoic rocks in the South Caspian Basin and their role in forming the oil accumulations in the Lower Pliocene reservoirs // Petroleum Geoscience, 2001, v. 7, No 4, pp. 409-417.

12. *Fejzullayev A.A., Tagiyev M.F., Ismaylova G.G.* Uglevodorodnyy potentsial maykopskikh otlozheniy Shamkhi-Gobustanskogo rayona // Nauchnyy byulleten "Azerbaijan Geologu", 2000, № 5, с. 110-119.
13. *Tagiyev M.F.* Organicheskoe veshchestvo v paleogen-neogenovyykh otlozheniyh OKJB: sravnitel'naya geokhimicheskaya kharakteristika na osnove piroliza porod s yessyestvennykh obnazheniy, gryazevyykh vulkanov i skvazhin // Nauchnyy byulleten "Azerbaijan Geologu", 2009, № 13, с. 98-106.
14. *Abrams M.A., Narimanov A.A.* Geochemical evaluation of hydrocarbons and their potential sources in the western South Caspian depression, Republic of Azerbaijan // Marine and Petroleum Geology, 1997, v. 14, No 4, pp. 451-468.
15. *Katz K.J., Richards D., Long D., Lawrence W.* A new look at the components of the petroleum system of the South Caspian Basin // Journal of Petroleum Science and Engineering, 2000, v. 28, pp. 161-182.
16. *Fejzullayev A.A., Tagiyev M.F., Lerche I.* On the origin of hydrocarbons in the main Lower Pliocene reservoirs of the South Caspian Basin, Azerbaijan // Energy, exploration & exploitation, 2015, v. 33, No 1, pp. 1-14.
17. *Tagiyev M.F.* Миграция углеводородов в Южно-Каспийском бассейне (по данным пиrolиза пород) // Научный бюллетень "Azerbaijan Geologu", 2018, № 22, с. 75-81.
18. *Geologiya Azerbaydzhana*, т. VII. Нефть и газ. / гл. ред. А.К. Али-заде. – Баку: "Нефтя Пресс", 2008, 672 с.
19. *Salayev S.G., Kastrulyin N.S., Rizayev N.K., Ismailzade N.M.* Usloviya neftegazobrazovaniya i neftegazonakopleniya v paleogen-mioatsenovykh otlozheniyh Azerbaydzhana / Problemy neftegazonosnosti Kavkaza. – M.: Nauka, 1988, с. 45-50.
20. *Fejzullayev A.A., Muradov Ch.S., Tagiyev M.F.* O perspektivakh neftegazonosnosti struktury Kypaz po dannym gazo-geokhimicheskoy s'yemki // Novosti Geofiziki v Azerbaydzhane, 2010, № 1-2, с. 41-44.
21. *Alizade A.A., Guliyev I.S., Mamedov P.Z., Aliyeva E.G., Fejzullayev A.A., Guseinov D.A.* Produktivnaya tolsha Azerbaydzhana. t. II. – M.: Nedra, 2018, 236 с.
22. *Fejzullayev A.A.* Миграция углеводородов в геологических условиях Южно-Каспийского бассейна // Известия НАНА, Науки о Земле, 2011, № 4, с. 12-22.
23. *Tagiyev M.F., Veliyeva S.R., Yahyayeva R.S., Mammadova F.E.* Absheron va Shamkhi-Qobustan rayonlarinin tebi bitum yugmlarinin geokimyevi va petrofiziki xususiyetleri // "Azerbaijan Geologu" elmi bulleteni, 2012, № 16, с. 79-92.
24. *Peters, K.E.* Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis // AAPG Bull., 1986, v. 70, No 3, pp. 318-329.
25. *Fejzullayev A.A., Tagiyev M.F., Lerche I.* Tectonic control on fluid dynamics and efficiency of gas surveys in different tectonic settings // Energy Exploration & Exploitation, 2008, v. 26, No 6, pp. 363-374.
26. *Tissot B.P.* Premieres donnees sur les mecanismes et la cinetique de la formation du petrole dans les sediments: simulation d un schema reactionnel sur ordinateur // Revue de l Institut Francais du Petrole, 1969, v. 24, pp. 470-501.
27. *Welte D.H., Yukler M.A.* Petroleum origin and accumulation in basin evolution – a quantitative model // AAPG Bull., 1981, v. 65, pp. 1387-1396.
28. *Tagiyev M.F., Askeroev I.H., Gurbanov E.V.* Ob osobennostyax generatsii i vertikal'noy migratsii uglevodorodov v severo-zapadnoy chasti Yuzhno-Kaspiyskoy vpadiny // Novosti Geofiziki v Azerbaydzhane, 2016, № 1-2, с. 28-35.

References

1. *Mamedov P.Z.* O prichinakh bystrogo progibaneya zemnoy kory v Yuzhno-Kaspiyskoy vpadine // Azerbaydzhanskoe neftyanoe khozaistvo, 2008, No 1, с. 8-19.
2. *Abdullayev N.R., Raiti G., Grin T.* Istoriya osadkonakopleniya produktivnoy tolshchi v Yuzhnom Kaspii s uchotom pogruzheniya basseina (ch.1) // Azerbaydzhanskoe neftyanoe khozaistvo, 2010, No 9, с. 8-17.
3. *Vervet J.M.* Hydrocarbon migration systems analysis. – Amsterdam: Elsevier, 1993, 276 p.
4. *Zhabrev D.V., Mekhtiyev Sh.F.* K bitumnologii tretichnogo kompleksa yugo-vostoka Azerbaydzhana. – M.: Izd-vo AN SSSR, 1959, 112 s.
5. *Ali-zade A.A., Akhmedov G.A., Aliyev G.-M.A., Pavlova V.A., Khatskevich N.I.* Otsenka neftegazoproizvodnyashchikh svoystv mezo-kainozoyskikh otlozheniy Azerbaydzhana. – Bakı: Elm, 1975, 140 s.
6. *Korchagin Yu.I., Guliyev I.S., Zeynalova K.S.* Neftegazomaterinskiy potentsial glubokopogruzhennykh mezo-zoysko-kaynozoysskikh otlozheniy Yuzhno-Kaspiyskoy vpadiny // Problemy neftegazonosnosti Kavkaza. – M.: Nauka, 1988, с. 35-41.
7. *Lerche I., Bagirov E.B., Nadirov R.S., Tagiyev M.F., Guliyev I.S.* Evolution of the South Caspian basin : geologic risks and probable hazards. – Bakı: "Nafta-Press", 1996, 626 p.
8. *Guliyev I.S., Tagiyev M.F., Fejzullayev A.A.* Geokhimicheskaya kharakteristika OV maykopskikh otlozheniy Vostochnogo Azerbaydzhana // Litologiya i poleznye iskopaemye, 2001, No 3, с. 324-329.
9. *Tisso B., Vel'te D.* Obrazovanie i rasprostranenie nefti. – M.: Mir, 1981, 497 s.
10. *Lopatin N.V., Yemets T.P.* Piroliz v neftegazovoy geokhimii. – M.: Nauka, 1987, 144 s.
11. *Fejzullayev A.A., Guliyev I.S., Tagiyev M.F.* Source potential of the Mesozoic-Cenozoic rocks in the South Caspian Basin and their role in forming the oil accumulations in the Lower Pliocene reservoirs // Petroleum Geoscience, 2001, v. 7, No 4, pp. 409-417.
12. *Fejzullayev A.A., Tagiyev M.F., Ismaylova G.G.* Uglevodorodnyy potentsial maykopskikh otlozheniy Shamkhi-Gobustanskogo rayona // Nauchnyy byulleten "Azerbaijan Geologu", 2000, No 5, с. 110-119.

13. *Tagiyev M.F.* Organicheskoe veshchestvo v paleogen-neogenovykh otlozheniyh OKJB: sravnitel'naya geokhimicheskaya kharakteristika na osnove piroliza porod s yessyestvennykh obnazheniy, gryazevyykh vulkanov i skvazhin // Nauchnyy byulleten "Azerbaijan Geologu", 2009, No 13, с. 98-106.
14. *Abrams M.A., Narimanov A.A.* Geochemical evaluation of hydrocarbons and their potential sources in the western South Caspian depression, Republic of Azerbaijan // Marine and Petroleum Geology, 1997, v. 14, No 4, pp. 451-468.
15. *Katz K.J., Richards D., Long D., Lawrence W.* A new look at the components of the petroleum system of the South Caspian Basin // Journal of Petroleum Science and Engineering, 2000, v. 28, pp. 161-182.
16. *Fejzullayev A.A., Tagiyev M.F., Lerche I.* On the origin of hydrocarbons in the main Lower Pliocene reservoirs of the South Caspian Basin, Azerbaijan // Energy, exploration & exploitation, 2015, v. 33, No 1, pp. 1-14.
17. *Tagiyev M.F.* Migratsiya uglevodorodov v Yuzhno-Kaspiyskom basseine (po dannym piroliza porod) // Nauchnyy byulleten "Azerbaijan Geologu", 2018, No 22, с. 75-81.
18. *Geologiya Azerbaydzhana*, t. VII. Neft' i gaz. / gl. red. A.K. Ali-zade. – Bakı: "Nafta-Press", 2008, 672 s.
19. *Salayev S.G., Kastrulyin N.S., Rizayev N.K., Ismailzade N.M.* Usloviya neftegazobrazovaniya i neftegazonakopleniya v paleogen-mioatsenovykh otlozheniyh Azerbaydzhana / Problemy neftegazonosnosti Kavkaza. – M.: Nauka, 1988, с. 45-50.
20. *Fejzullayev A.A., Muradov Ch.S., Tagiyev M.F.* O perspektivakh neftegazonosnosti struktury Kypaz po dannym gazo-geokhimicheskoy s'yemki // Novosti Geofiziki v Azerbaydzhane, 2010, No 1-2, с. 41-44.
21. *Ali-zade A.A., Guliyev I.S., Mamedov P.Z., Aliyeva E.G., Fejzullayev A.A., Guseinov D.A.* Produktivnaya tolsha Azerbaydzhana. t. II. – M.: Nedra, 2018, 236 s.
22. *Fejzullayev A.A.* Migratsiya uglevodorodov v geologicheskikh usloviyakh Yuzhno-Kaspiyskogo basseina // Izvestiya ANAN, Nauki o Zemle, 2011, No 4, с. 12-22.
23. *Tagiyev M.F., Veliyeva S.R., Yahyayeva R.S., Mammadova F.A.* Absheron va Shamkhi-Qobustan rayonlarinin tebi bitum yighimlarinin geokimyevi va petrofiziki xususiyetleri // "Azerbaijan Geologu" elmi byulleteni, 2012, No 16, с. 79-92.
24. *Peters, K.E.* Guidelines for evaluating petroleum source rock using programmed pyrolysis // AAPG Bull., 1986, v. 70, No 3, pp. 318-329.
25. *Fejzullayev A.A., Tagiyev M.F., Lerche I.* Tectonic control on fluid dynamics and efficiency of gas surveys in different tectonic settings // Energy Exploration & Exploitation, 2008, v. 26, No 6, pp. 363-374.
26. *Tissot B.P.* Premieres donnees sur les mecanismes et la cinetique de la formation du petrole dans les sediments: simulation d un schema reactionnel sur ordinateur // Revue de l Institut Francais du Petrole, 1969, v. 24, pp. 470-501.
27. *Welte D.H., Yukler M.A.* Petroleum origin and accumulation in basin evolution – a quantitative model // AAPG Bull., 1981, v. 65, pp. 1387-1396.
28. *Tagiyev M.F., Askeroev I.N., Gurbanov E.V.* Ob osobennostyax generatsii i vertikal'noy migratsii uglevodorodov v severo-zapadnoy chasti Yuzhno-kaspiyskoy vpadiny // Novosti Geofiziki v Azerbaydzhane, 2016, No 1-2, с. 28-35.