

УДК 551.243

НЕФТЕГАЗОНОСНЫЕ КОЛЬЦЕВЫЕ СТРУКТУРЫ — КАНАЛЫ МИГРАЦИИ УГЛЕВОДОРОДНЫХ ФЛЮИДОВ

М. Н. Смирнова
(ИПНГ РАН)

Конец XX в. в нефтяной геологии ознаменовался учением о конкретных очагах вертикальной миграции УВ флюидов, существенно дополнивших понятие нефтегазоносных бассейнов. Высказанное в 1976 г. Б.М. Валяевым оно начало активно развиваться представителями различных школ, в том числе Б.А. Соколовым и Э.А. Абля (1999) в качестве флюидодинамической модели нефтегазообразования. В 2001 г. важность каналов миграции отмечалась В.И. Корчагиным. Наиболее реальные каналы миграции связаны с эндогенными кольцевыми структурами. Нами проанализированы наиболее значительные, типичные и важные в практическом отношении кольцевые структуры, расположенные в различных тектонических условиях: Трансильванская, Уренгойская, в альпийской континентальной зоне Западной Европы, в эпигерцинской Западно-Сибирской плите, Южно-Каспийская (Апшеронская) во внутреннем Каспийском море. Все они обладают многими общими чертами строения: расположены на пересечении рифтов и глубинных разломов, под ними отмечаются возбужденная мантия и внедрение астенолита, редуцированность или отсутствие "гранитного" слоя, редуцированность "базальтового" слоя, мощный осадочный чехол, активная геодинамика. Кольцевые структуры имеют концентрическое строение и состоят из центрального поднятия, внутренней и внешней зон. В них соответственно изменяется УВ флюид от легких метановых газов в центральной части до тяжелых асфальтовых нефтей на периферии.

Трансильванская кольцевая структура. Трансильванская кольцевая структура находится в Румынии и окружена Восточными и Южными Карпатами, горами Апусени, холмистыми увалами отделяется от Великой Венгерской низменности (Паннонии). Тран-

В статье на примере Трансильванской, Уренгойской и Апшеронской эндогенных кольцевых структур рассмотрены особенности их глубинного строения (пересечение рифтов, подъем астенолита, отсутствие или редуцированность "гранитного" и "базальтового" слоев). Наиболее перспективными являются центральное поднятие, под которым находится главный канал миграции УВ флюидов, и внешняя зона, ограничивающая многочисленные вертикальные и горизонтальные каналы миграции УВ флюидов ("сито").

It is discussed oil and gas ring endogenic structures: Transilvanskaya, Urengoiskaya and Apsheron-skaya. They have numerous general structural features: appearance on the crossing of rifts, active mantle beneath them and asthenolith's intrusion, shortened "granite" and "basaltic" layers, large thickness of sedimentary covers, active geodynamics. The main channel of migration of deep-seated hydrocarbon fluids is located beneath the central rise. The secondary channels envelope all ring structure. The most perspective are the central rises and outer zones.

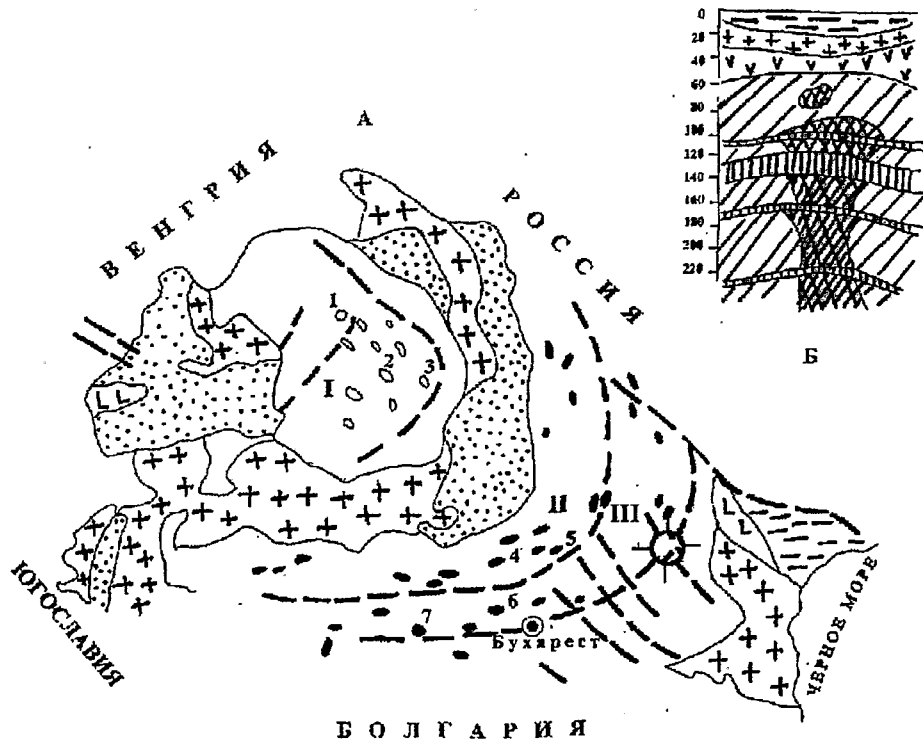
сильванская кольцевая структура имеет концентрическое строение, которое четко прослеживается на востоке. Ее центральная часть соответствует собственно Трансильванской впадине, внутренняя зона отвечает Карпатской складчатой системе, внешняя — Предкарпатскому прогибу. Кольцевая структура образовалась на пересечении разломов северо-западного и северо-восточного направлений. Кроме того, крупные кольцевые разломы отделяют основные структурные элементы кольцевой структуры (рис. 1, А) [15].

Газонефтеносны все структурные элементы кольцевой

структуры. В Трансильванской впадине на разбитом байкальско-палеозойском фундаменте залегают пермские терригенные отложения, мезозойские терригенно-карбонатные и кайнозойские терригенные породы с прослоями соли и дацитовых туфов. Газоносность связана с тортоном — сарматом, меотисом. Породы смяты в куполовидные и брахиантиклинальные складки, на периферии впадины — соляные диапиры. Наиболее значительные газовые месторождения Сармашел, Ласлау, Тарчешти. Газ преимущественно метановый: CH_4 — 99,4 % со следами C_2H_6 , C_3H_8 , CO_2 и N_2 .

Во внутренней (Плоештинской) зоне развита интенсивная складчатость. На фоне антиклинальных и брахиантиклинальных складок встречаются все виды диапировых структур. Здесь развиты типичные нефтяные месторождения: Морени-Гура-Окница, Байкой-Цинтя и др. Содержание CH_4 падает до 80,0...41,4 %, появляются более тяжелые УВ: C_2H_4 — 5,4 %, C_3H_8 — 3,8...5,5 %, $i\text{C}_4\text{H}_{10}$ — 2,4 %, $n\text{C}_4\text{H}_{10}$ — 3,28 %, $i,n\text{C}_5\text{H}_{12}$ — 3 %.

Во внешней зоне развиты более пологие структуры (нефтяные месторождения Корби-Мари, Бырла и др.) Содержание CH_4 здесь существенно уменьшается за счет увеличения тяжелых УВ. В целом в кольцевой



- | | |
|------------------------------------|----------------------|
| - БАЙКАЛЬСКИЙ ФУНДАМЕНТ | - ОСАДОЧНЫЙ ЧЕХОЛ |
| - ГЕРЦИНСКИЙ ФУНДАМЕНТ | - «ГРАНИТНЫЙ» СЛОЙ |
| - МЕЗОЗОЙСКИЙ ЧЕХОЛ | - «БАЗАЛЬТОВЫЙ» СЛОЙ |
| - АЛЬПИЙСКИЙ ЧЕХОЛ | - ВЕРХНЯЯ МАНТИЯ |
| - РАЗЛОМЫ | - АСТЕНОЛИТ |
| - НЕФТЯНЫЕ И ГАЗОВЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ | - ВОЛНОВОДЫ |
| - ОЧАГ ВРАНЧА | |

Рис. 1. Трансильванская кольцевая структура:

- А — плановое положение Трансильванской кольцевой структуры:
 I — Центральная зона. Газовые месторождения: 1 — Сармашел; 2 — Ласлау; 3 — Тарчешти.
 II — Внутренняя зона. Нефтяные месторождения: 4 — Морени-Гура-Окиница; 5 — Байкой-Цинтя.
 III — Внешняя зона. Нефтяные месторождения: 6 — Корби-Мари; 7 — Бырла.
 Б — Принципиальная схема строения структуры на глубинах 0...220 км

структуре (сармат — меотис) наблюдается концентрическое изменение состава УВ флюида (табл. 1) [10].

На центральном поднятии наблюдаются менее плотные, более легкие УВ, малоокисленные, существенно метанового состава. На периферии УВ более плотные, особенно во внешней зоне. В них появляются сера, парафин, силикагелевые смолы и асфальтены.

В восточной части кольцевой структуры, в ее внешней зоне в районе Вранча, находится область интенсивной сейсмичности (9...16 энергетических классов) мантийного заложения. Очаги находятся на площади 20,0...27,0° в.д. и 45,0...46,0° с.ш. Наиболее сильные землетрясения были в 1790, 1802, 1940 и 1975 гг. Геологически очаг связывался с резким поворотом простирания Карпат с северо-западного на поч-

ти широтное. Сейсмоактивный разлом имел северо-восточное простирание, в направлении Будапешт—Кишинев. Главной особенностью является распространение сейсмических волн в северо-восточном направлении на огромном расстоянии, в результате чего сотрясения происходили в Москве [6].

Глубинное строение района Вранча освещено ГСЗ [8]. Толщина осадочного слоя и фундамента 10...15 км, "гранитного" слоя 15...16 км, "базальтового" слоя 21...29 км. Верхняя мантия залегает на глубине 47...55 км. Верхняя кромка астенолита на глубине 90 км. Судя по глубине очагов землетрясений, они зарождаются в волноводах астенолита на глубинах 100, 120...140, 170, 255 км (Е. А. Сагалова) (рис. 1, Б).

Таблица 1

Параметры	Центральная зона	Внутренняя зона	Внешняя зона
ρ_4^{20} , г/см ³	0,798	0,840...0,880	0,866...0,914
$P_{пл}$, МПА	12...15	10...21	15...25
t , °С	20...30	42...60	45...70
S , %		0,15...0,20	0,15...0,19
Парафин, %		8...10	0,5...4,0
Смоли силикагелевые		5...9	10...12
Асфальтены		0,95...5,0	0,4...7,6

Когда-то Румыния была богатейшей нефтяной державой [13]. Сегодня она добывает 6,5 млн т нефти. Для внутреннего потребления ей необходимо в 2 раза больше — 13,5 млн т. Дефицит покрывается за счет ближневосточной нефти и на 30 % за счет российской. Дальнейшие перспективы связываются с разведкой более глубоких горизонтов.

Уренгойская кольцевая структура расположена в северной части Западно-Сибирской плиты, на пересечении Колтогоро-Уренгойского, Хаддутейского, Мессояхского, Ямальского рифтов [16]. Размеры кольцевой структуры 325×375 км. В ней четко выделяются центральное поднятие, внутренняя и внешняя зоны

(рис. 2, В). Все зоны газоносны. Это сеноманский газовый и неокомский газоконденсатный горизонты с нефтяными оторочками [12].

На центральном поднятии расположено сверхгигантское Уренгойское месторождение газа, открытое в 1966 г. и введенное в эксплуатацию в 1978 г., с начальными запасами газа 10,2 трлн м³. В настоящее время выработано 50 % запасов. Во внутренней зоне находятся Юбилейное, Северо-Уренгойское, Самбургское и другие месторождения газа.

Во внешней зоне развиты крупнейшие газовые месторождения Медвежье, Ямбургское, Заполярное и др. Ямбургское месторождение открыто в 1964 г., введено в эксплуатацию в 1986 г., начальные запасы газа 7,0 трлн м³. Выработано на 31 %. Месторождение Медвежье открыто в 1967 г., введено в разработку в 1972 г., начальные запасы газа 2,2 трлн м³. Выработано 75 % запасов. Заполярное месторождение открыто в 1965 г., введено в разработку в 2001 г., начальные запасы газа 3,5 трлн м³ [9].

Главной особенностью глубинного строения (судя по данным геотраверса МГСП Березово—Усть-Мая) (Егоркин А.В., Зюганов С.К. и др., 1989), [7] является наличие в мантии трех волноводов на глубинах 110...120, 136...161, 190...220 км, обладающих пониженной скоростью продольных сейсмических волн ($V_p = 7,95...8,09$ км/с). Верхний из них образует круп-

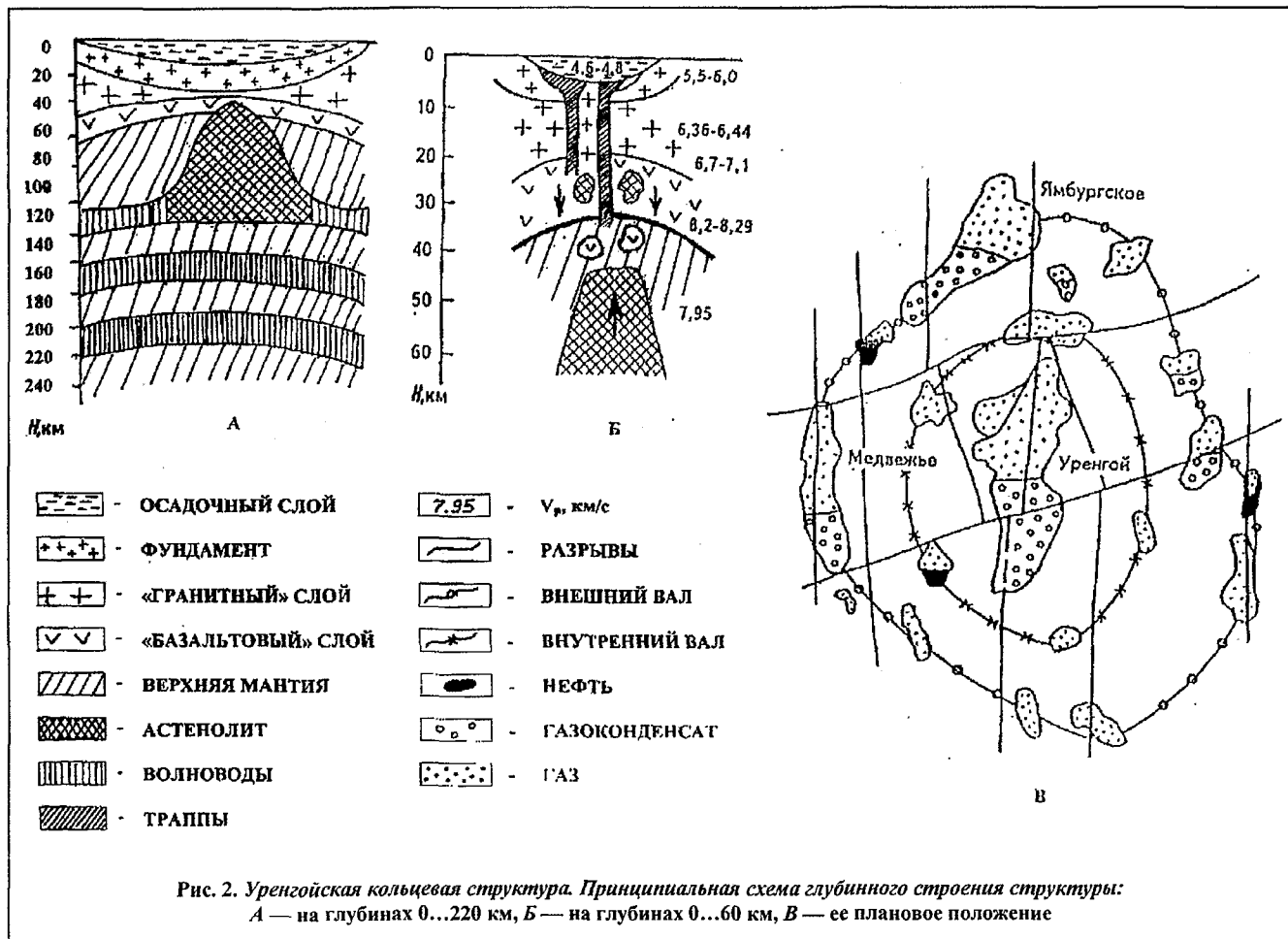


Рис. 2. Уренгойская кольцевая структура. Принципиальная схема глубинного строения структуры: А — на глубинах 0...220 км, Б — на глубинах 0...60 км, В — ее плановое положение

ный астенолит, вторгшийся в верхнюю мантию до глубины 50...36 км с расчетной температурой 800...900 °С. Высота вторжения астенолита достигает 70...75 км. Перепад значений V_p на флангах астенолита 0,3...0,4 км/с. Среднеинтервальная скорость в коре над астенолитом ($V_p = 6,45...6,53$ км/с) уменьшена на 0,15 км/с по сравнению со смежными участками. В сечении геотраверса Нижний Тагил—Уренгой, проходящего южнее, на краю Уренгойской кольцевой структуры, высота внедрения астенолита сокращается до 30 км, и он обнаруживает тенденцию к расслоению, $V_p = 8,62$ км/с. Близкая структура установлена на геотраверсе Тенгиз—море Лаптевых, проходящем через окраину Уренгойской кольцевой структуры [3]. Вторгшийся астенолит оказывает тепловое, химическое, механическое воздействие на вышележащую толщу мантии и коры. Поднимающийся раскаленный "штырь" вызывает потерю устойчивости и частичное разрушение верхней мантии и "базальтового" слоя. В результате этого процесса крупные блоки мантийных пород выдавливались в кору и не менее крупные блоки корового вещества погружались в мантию. Процесс имел поршневой характер и, с одной стороны, способствовал рифтогенезу, внедрению траппов и вертикальной миграции флюидов, а, с другой стороны, в связи с потерей массы и энергии местность опускается и образуется мощный осадочный бассейн кольцевой формы с "живой" тектоникой и флюидодинамикой (рис. 2, А, Б). Подобный осадочный бассейн является крупной ловушкой терригенного материала, в котором конусы выноса и авандельты формировали сложнопостроенные клиноформы [15].

Внутри кольцевой структуры обеспечивается постоянная связь с глубинами Земли благодаря поступлению механической, тепловой, диффузионной, фильтрационной и других видов энергии. Подтверждением этому является распределение состава газов в сеноманских залежах Уренгойской кольцевой структуры (табл. 2).

Внутри кольцевой структуры наблюдается концентрическое изменение газового и группового состава нижнемеловых конденсатов (табл. 3).

На центральном поднятии (на собственно Уренгойском месторождении) получены менее плотные, более легкие УВ с большим выходом низкокипящих фракций, малоокисленные, существенно метанового состава, что свидетельствует об основном подводящем канале. На периферии УВ более плотные, с меньшим выходом низкокипящих фракций, в них появляются сера, парафин, силикагелевые смолы и асфальтены. В групповом составе меньше метановых и больше ароматических групп.

Уренгойская кольцевая структура характеризуется активными современными движениями. Абсолютные скорости современных прогибаний в Уренгойской кольцевой структуре составляют 8,0...9,1 мм/год, максимальные для всей Западно-Сибирской плиты. Очагов землетрясений на севере Западно-Сибирской плиты ни в "Новом каталоге землетрясений СССР"

Таблица 2

Параметры	Уренгойская кольцевая структура	За пределами кольцевой структуры
СН ₄ , %	95,0...99,05	87...90
$P_{пл. (нач.)}$, кгс/см ²	115...133	80...100
$t_{(нач.)}$, °С	30...37	20...30

Таблица 3

Параметры	Центральное поднятие	Внутренняя зона	Внешняя зона
ρ , кг/м ³	730...750	740...760	750...840
Выход низкокипящих фракций, %	75...80	70...75	60...70
S, %	—	0,01...0,02	0,05...0,7
Парафин, %	—	—	0,7...10,0
Силикагелевые смолы, %	—	—	2,0...3,0
Асфальтены, %	—	—	0,6...1,0
Групповой состав, %:			
метановые	50...60	50...60	30...50
нафтенные	25...35	30...38	30...40
ароматические	10...15	8...15	10...20

[11], ни в новейших обзорах Г.П. Аветисова по сейсмичности западного сектора Арктики нет. Однако исторические, археологические и этнографические материалы свидетельствуют о землетрясениях в прошлом.

В районе крупных газовых месторождений Заполярного, Тазовского и Русского в XVII в. существовала знаменитая "златокипящая" Мангазея — российский город, исчезнувший с карт и из сознания россиян. Любопытнейший эпизод сибирской истории хранит некоторые сведения о сейсмичности. Судя по археологическим данным, пожар 1643 г., по нашему мнению, сопровождал землетрясение.

В керне сеноманских отложений из структурных скважин газовых месторождений Заполярного и Тазовского выявлены палеосейсмические дислокации в виде пластических даек, текстур оползания и пластичного течения, напоминающие подводно-оползневые структуры.

Газ севера Западно-Сибирской плиты — национальное богатство России. "Газовая сфера необходима для сохранения социальной стабильности и для успешной экономической модернизации страны" [14]. Разведчики недр Ямало-Ненецкого автономного округа добыли 10 трлн м³ газа в основном на трех месторождениях Уренгойской кольцевой структуры. Вклад в добычу 10 трлн м³ газа следующий: Ямбургское месторождение — 49,7 %, Уренгойское — 23,5 %, Медвежье — 16,3 % [9]. 10 трлн м³ газа — это в 4 раза больше мировой добычи природного газа в 2000 г.

Транспортировка газа осуществляется по системе сверхдальних магистральных газопроводов, составляя газ на Урал, в южные районы Западной Сибири, на европейскую часть страны и в Западную Европу.

В Уренгойской кольцевой структуре вся территория, ограниченная внешним валом, является перспективной. Однако фонд крупных структур практически исчерпан и дальнейшее освоение возможно за счет более глубоких горизонтов, а также литологически экранированных ловушек, надсенноманских залежей и нетрадиционных источников: тяжелых нефтей, диспергированных газов и газовых месторождений апсенноманского водоносного комплекса. Особо стоит проблема детального изучения западных районов, прилегающих к внешнему валу, где в процессе начальной стадии разведки были получены неясные результаты.

Апшеронская кольцевая структура. Баку является центром одного из самых первых регионов в мире, где началась добыча нефти. С 1850 г. по сей день в Азербайджане добыто более 10 млрд баррелей нефти. Во время Великой Отечественной войны $\frac{3}{4}$ ее добычи в СССР поступало из Азербайджана. В связи с изучением прилегающей акватории Южного Каспия сейсморазведкой МОВ, МОГТ, ГСЗ [5] получены материалы, позволяющие по-новому объяснить бакинский феномен наличием здесь Апшеронской кольцевой структуры. Пликативный вариант кольцевой структуры был опубликован в 2000 г. в "Нефтегазовой верти-

кали" по материалам Euroil [4]. Однако кольцевые структуры развиваются лишь на тройных пересечениях рифтов и разломов, и данный вариант можно рассматривать как упрощенный (рис. 3). Нами приводится дизъюнктивный вариант кольцевой структуры (рис. 4).

Апшеронская кольцевая структура расположена в западной части Южно-Каспийской впадины, захватывая богатейшие нефтяные месторождения Апшеронского полуострова и прилегающих районов суши. Она возникла на пересечении глубинных разломов разных направлений, среди которых главенствующее значение принадлежит меридиональной системе каспийских рифтов (Западно-Каспийскому, Шахово-Азизбековскому и др.) широтных (Апшероно-Прибалханского, Сангачалы-Огурчинского и др.) и диагональных (северо-западных и северо-восточных) разломов.

Кольцевая структура имеет центральную симметрию. Ее центральная часть соответствует Апшеронскому прогибу с глубиной залегания среднего плиоцена 6,0 км. Ее осложняет крупное центральное поднятие Шах-Дениз размером 20,5x6,5 км. Структура Шах-Дениз была выявлена в 1954 г. МОВ. В 1971—1981 гг. была подтверждена и детализирована МОГТ, в 1999 г. компания ВР Атмосо подтвердила открытие

крупных запасов газа и газоконденсата [4].

Внутренняя зона соответствует глубине залегания среднего плиоцена 5,0 км. Здесь развиты структуры Булла-Дениз, Ширван-Дениз, Гум-Адасы, Гантемир и др.

Внешняя зона отвечает глубине залегания среднего плиоцена 3...4 км. На западе это известные структурные зоны Апшеронского полуострова и их продолжение в море: Гум-Адасы, Бахор, Бяндован-Дениз и др. Главной их особенностью является смена простирания с широтного на суше на меридиональное в акватории Каспийского моря. С севера внешнюю зону обрамляют структуры шельфовой Апшероно-Красноводской зоны: Нахичевань, Карабах, Гюнешли, Шираг, Азери и др. На юго-востоке внешняя зона представлена Абиховской зоной (Мамед-Кули, Абих, Авета, Ататюрк и др.) и широтными структурами (Фирдоуси, Хулфу, Сабухи и др.). В некоторых морских струк-

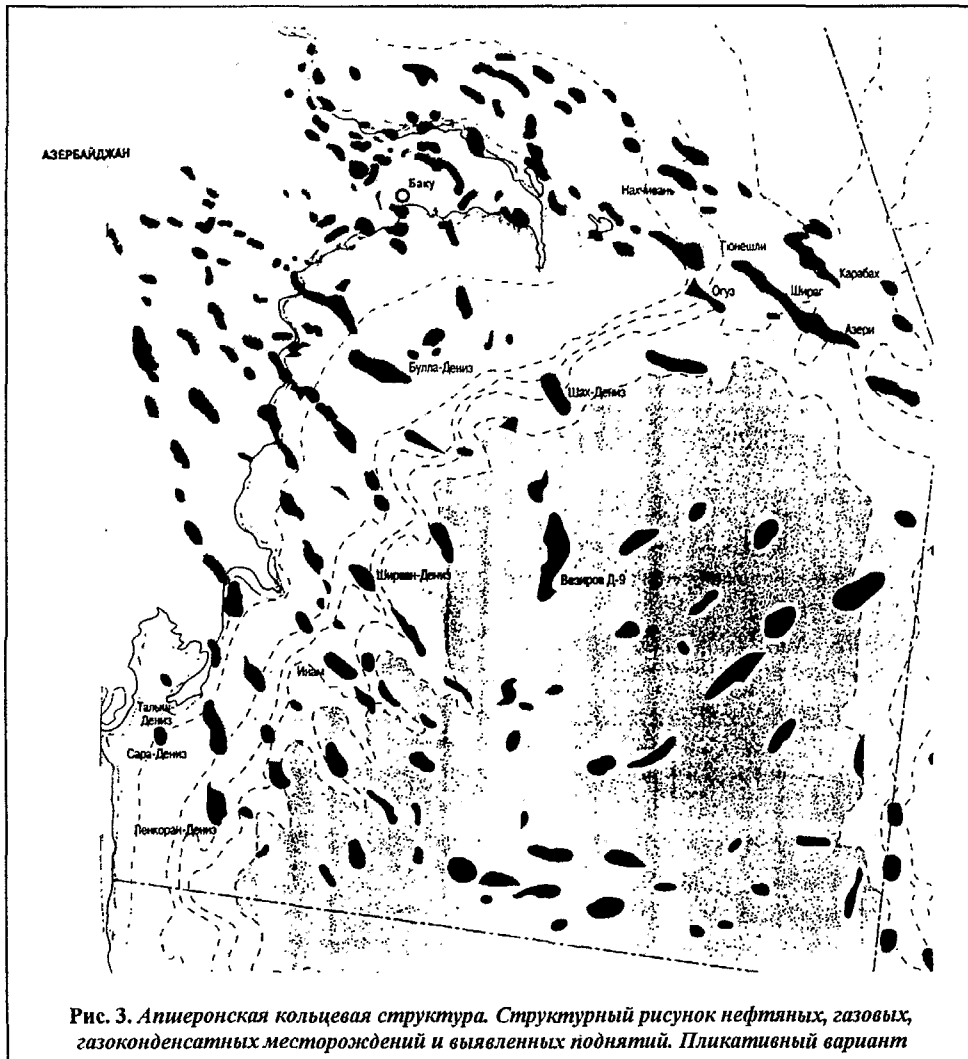


Рис. 3. Апшеронская кольцевая структура. Структурный рисунок нефтяных, газовых, газоконденсатных месторождений и выявленных поднятий. Пликативный вариант

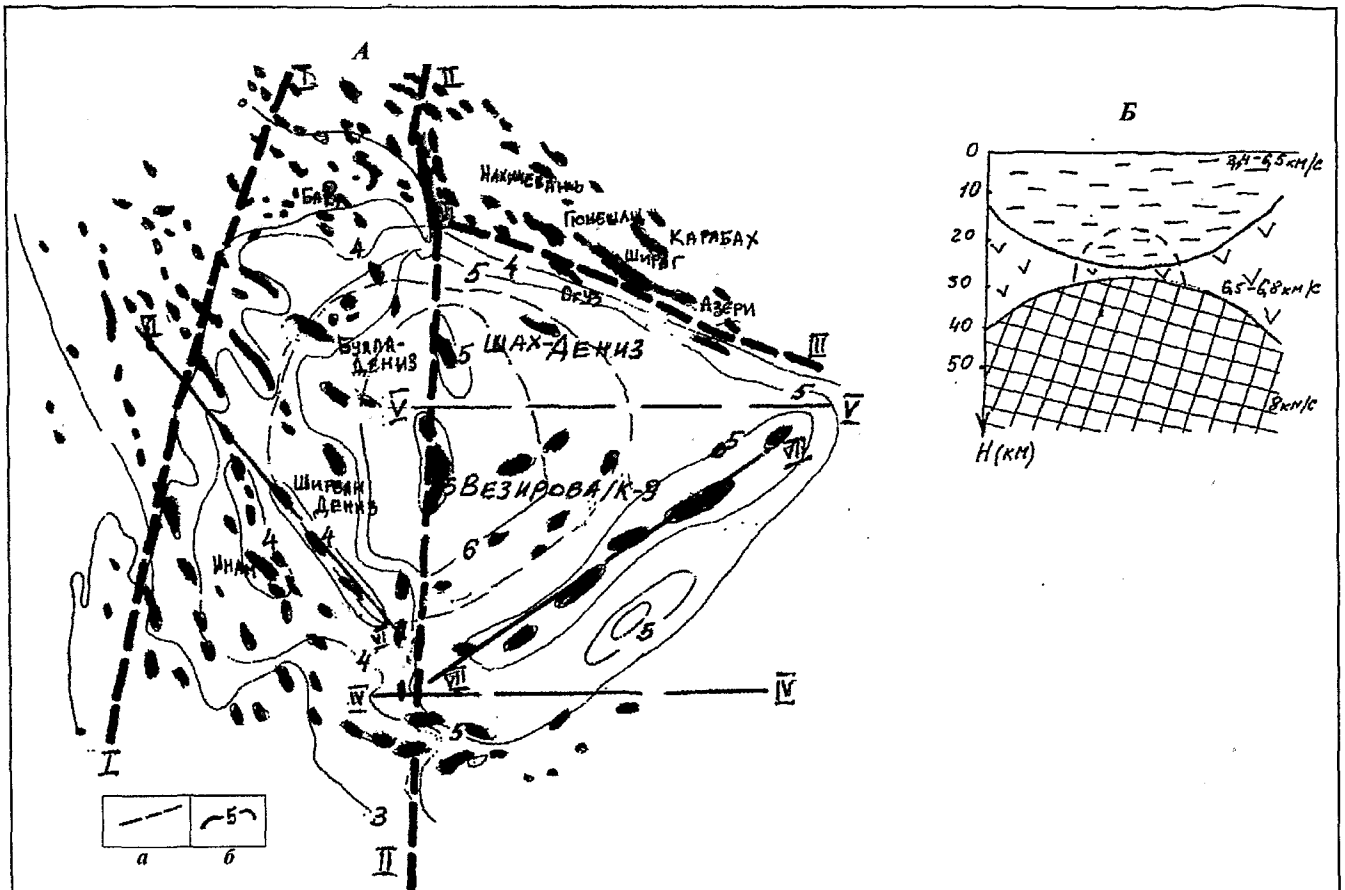


Рис. 4. Апшеронская кольцевая структура:

A — дизъюнктивный вариант:
a — глубинные разломы: *I* — Западно-Каспийский; *II* — Шахово-Азизбековский; *III* — Апшероно-Прибалханский; *IV* — Мильско-Чикишмарский; *V* — Сангачалы-Огурчинский; *VI* — Ширванский; *VII* — Абиховский; *b* — изопахиты среднеплиоценовой толщи
B — принципиальная схема строения структуры на глубинах 0...60 км

турах известны прямые признаки нефтегазоносности: в колонках донных отложений — примазки нефти, газогидраты и выходы газа.

Глубинное строение Апшеронской кольцевой структуры своеобразно и типично. Судя по профилям ГСЗ № 1 и 2, выполненным в 1956 г. и переориентированным в 1987 г. по принципу градиента слоистой неоднородной модели [2], выделяются осадочный чехол ($M = 20...22$ км) с граничной скоростью 3,4...6,5 км/с, "базальтовый" слой ($M = 10$ км) с граничной скоростью 6,5...6,8 км/с и резко поднятая до глубины 30...40 км верхняя мантия с граничной скоростью 8,0 км/с.

Аномально низкая скорость предполагает наличие астенолита. Разрез кольцевой структуры преимущественно терригенный. Справедливо допустить, что астенолит достигает осадочного чехла и под воздействием высоких температур и мантийных флюидов возбуждает широко развитый грязевой вулканизм [1] как на суше, так и в море — классический показатель сквозной миграции нефти.

Апшеронская кольцевая структура характеризуется яркими признаками "живой" тектоники. Кроме колебания уровня моря, грязевых вулканов и цунами здесь известны сильные землетрясения на окраинах Южно-

Каспийской впадины: 1902, 1986, 1990 гг. — $M = 6,2$ км, $h = 29$ км, 1989 г. — $M = 6,3$ км, $h = 25$ км, но особенно Красноводское 1895 г. с $M = 8,2$ км, $h = 60$ км, $I_0 = 96$ [17].

На сегодняшний день Азербайджан перестал быть монопольным владельцем на Каспии. Ранжирование по суммарным извлекаемым запасам нефти: Казахстан — 36 %, Узбекистан — 27 %, Туркменистан — 22 %, Азербайджан — 15 %.

Главнейшие нефтегазовые проекты Азербайджана: шельфовый комплекс Азери-Шираг-Гюнешли и разработка относительно глубоководного месторождения Шах-Дениз (при глубине моря 600 м). Газоконденсат получен в трех горизонтах на глубине 6 км. Предварительная оценка запасов по одной скважине 400 млрд m^3 , а в целом, видимо, 700...1000 млрд m^3 .

В нефтегазовых проектах участвуют 20 иностранных компаний, в том числе ЛУКойл, Шеврон, Exxon Mobil, BP Amoco и др.

Добыча газа в Азербайджане составляет 5,5...6,0 млрд m^3 /год, что удовлетворяет потребности республики. Эксплуатацию газа и газоконденсата на месторождении Шах-Дениз предполагается начать в 2003 г., а пик добычи, вероятно, наступит в 2015 г. Тогда суммарная добыча газа возрастет до 15,0 млрд m^3 /год, что

открывает экспортный потенциал и возможность доставки сырья на мировой рынок.

Выявление эндогенных кольцевых структур и изучение их глубинного строения позволили выделить в их центральной части главный канал поступления глубинных и осадочных УВ флюидов. От главного канала отходят многочисленные второстепенные каналы, вызывающие концентрацию флюидов во внешней зоне кольцевых структур. Таким образом, вся кольцевая структура представляет собой как бы сито по сравнению с окружающими территориями.

Достижения в познании глубинного строения позволяют выработать нетрадиционные подходы к поискам залежей нефти и газа. К основным критериям перспектив нефтегазоносности, которые были выработаны в геологии нефти и газа за 100 лет, можно присоединить структурные особенности строения кольцевых структур. Наиболее перспективными являются центральные поднятия типа Уренгойского и Ромашкинского. Перспективны центральные поднятия Апшеронской кольцевой структуры: Шах-Дениз и поднятие Везиров К-9. По нашим рекомендациям было открыто крупное газовое месторождение Ханкальское в Грозненской кольцевой структуре, разработка которого прервана чеченской войной. Большое практическое значение имеют внешние зоны кольцевых структур, где развиты крупнейшие месторождения типа Ямбурга, Медвежьего, Заполярного. Практически старые бакинские месторождения на суше и грозненские типа Старогрозненского, Октябрьского, Гудермесского находятся практически во внешних зонах кольцевых структур.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ахундов И. Д., Гуссейнов М. А., Солодилов Л. Н. Механизм грязевых вулканов // 4-е Геофизические чтения им. В. В. Федынского. — М.: ГЕОН, 2002. — С. 47.
2. Борисова Е. П., Косминская И. П., Павленкова Н. И. Результаты переинтерпретации материалов ГСЗ по Южному Каспию // Геофизический журнал. — 1990. — № 5. — С. 60—67.

3. Булин Н. К., Егоркин А. В. Региональный прогноз нефтегазоносности недр по глубинным сейсмическим критериям. — М.: ГЕОН, 2000. — 194 с.
4. Виноградова О. Феномен Шах-Дениза // Нефтегазовая вертикаль. — 2000. — № 2. — С. 109—112.
5. Керимов К. М. Геофизические исследования в Азербайджане. — Баку: Шарг-Гарб, 1996. — 392 с.
6. Добрев Т. Б., Шукин Ю. К. Геофизические поля и сейсмичность восточной части Карпатско-Балканского региона. — М.: Наука, 1974. — С. 130—154.
7. Егоркин А. В. Верхняя мантия территории России // Материалы совещания "Тектоника и геофизика литосферы". — М., 2002. — С. 186—189.
8. Константиnescу П., Корня И. Результаты ГСЗ в Социалистической Республике Румынии // Строение земной коры Центральной и Юго-Восточной Европы (по данным взрывной сейсмологии). — Киев: Наукова думка, 1971.
9. Левинзон И. Газовая кладовая России // Нефтегазовая вертикаль. — 2001. — № 18. — С. 22—28.
10. Нефти и газы месторождений зарубежных стран: Справочник. — М.: Недра, 1977. — С. 38—49.
11. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 г. / Ред. Н. В. Кандорская, Н. В. Шебалин. — М.: Наука, 1977. — 536 с.
12. Новый этап в изучении строения и нефтегазоносности глубоких горизонтов севера Западной Сибири (по результатам бурения Тюменской сверхглубокой скважины) / Т. В. Белоконов, В. И. Горбачев, Л. И. Певзнер и др. — М.: "Геоинформмарк", 1994. — 31 с.
13. Онческу Н. Геология Румынской Народной Республики. — М.: Иностранная лит-ра, 1960.
14. Путин В. В. Ключевые задачи развития газовой отрасли России // Нефтегазовая вертикаль. — 2001. — № 18. — С. 4—5.
15. Смирнова М. Н. Нефтегазоносные кольцевые структуры и научно-методические аспекты их изучения // Геология нефти и газа. — 1997. — № 9. — С. 51—55.
16. Сейсмические исследования термодинамических систем земной коры и верхней мантии крупнейших месторождений УВ Западной Сибири и Волго-Уральского региона / В. И. Шаров, Л. Н. Солодилов, Н. Н. Ясюлевич и др. // 4-е Геофизические чтения им. В. В. Федынского. — М.: ГЕОН, 2002. — С. 37—38.
17. Уломов В. И., Полякова Т. П., Медведева Н. С. Динамика сейсмичности бассейна Каспийского моря // Физика Земли. — 1999. — № 12. — С. 76—82.