

УДК 550.348.098.32

UDC 550.348.098.32

25.00.00 Науки о Земле

Earth Science

**ДИАПИРОВЫЕ СТРУКТУРЫ ТЕРСКО-СУНЖЕНСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ОБЛАСТИ ВОСТОЧНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ – КВАЗИГРЯЗЕВЫЕ ВУЛКАНЫ**

**DIAPIR STRUCTURES OF THE TEREK-SUNZHA OIL AND GAS REGION OF THE EASTERN CAUCASUS – QUASI-MUD VOLCANOES**

Александров Борис Леонтьевич  
д.г.-м.н., профессор  
alex2e@yandex.ru  
*Кубанский государственный аграрный университет, Краснодар, Россия*

Alexandrov Boris Leontievich  
Doctor of geological-mineralogical Sciences, Professor  
alex2e@yandex.ru  
*Kuban state agrarian University, Krasnodar, Russia*

Моллаев Зелимхан Хусейнович  
к.г.-м.н  
[mail@rkng.ru](mailto:mail@rkng.ru)  
*ООО «РН-Краснодарнефтегаз», Краснодар, Россия*

Mollaev Zelimkhan Huseinovich  
Candidate of geological-mineralogical Sciences  
mail@rkng.ru  
*LLC "RN-Krasnodarneftegaz" Krasnodar, Russia*

Гацаева Света Саид-Алиевна  
ст. преподаватель  
[sveta\\_gacaeva@mail.ru](mailto:sveta_gacaeva@mail.ru)

Gatsaeva Sveta Said-Alievna  
senior lecturer  
sveta\_gacaeva@mail.ru

Эльжаев Асламбек Сипаевич  
к.г.-м.н.

Elzaev Aslambek Sipaevich  
Candidate of geological-mineralogical Sciences

Хасанов Муса Амазаевич  
к.г.-м.н.  
*Грозненский государственный нефтяной технический университет, Грозный, Россия*

Khasanov Musa Amasaevich  
Candidate of geological-mineralogical Sciences  
*Grozny state oil technical University, Grozny, Russia*

В пределах Терско-Сунженской нефтегазоносной области Восточного Предкавказья многие продуктивные по нижнемиоценовым отложениям структуры представляют собой явно выраженные классические диапиры за счет увеличения мощности в сводовой части толщи майкопских глин. В соответствии с теорией И.М. Губкина, разработанной на основе анализа строения нефтегазоносных структур грязевых вулканов Азербайджана, диапиризм структуры является главной предпосылкой формирования грязевого вулкана. В статье дается сравнительный анализ диапировых структур Терско-Сунженской нефтегазоносной области Восточного Предкавказья, представляющих собой квазигрязевые, не вызревшие вулканы, и структур грязевых вулканов на территории юго-восточного окончания Кавказского хребта (Апшеронский полуостров и другие территории Азербайджана) и северо-западного окончания Кавказского хребта (Керченский и Таманский полуостровы). Показано, что формирование диапировой структуры, при наличии в разрезе большой мощности глинистой толщи, не является достаточным условием перерождения её в грязевой вулкан. Важнейшее значение в таких геологических условиях определяет не только мощность глинистой толщи,

Within the Terek-Sunzha oil and gas region of the Eastern Caucasus a productive sediments are clearly expressed by the classical diapir due to the increase in power in the arched part of the strata of the Maikop clays. In accordance with the theory of I. M. Gubkin, developed based on the analysis of the structure of the oil and gas structures of mud volcanoes of Azerbaijan, diapirism of the structure is an important prerequisite for the formation of a mud volcano. The article provides a comparative analysis of diapir structures of the Terek-Sunzha oil and gas region of the Eastern Caucasus, which is quasi-mud unripe volcanoes, and structures of mud volcanoes in the South-Eastern end of the Caucasus range (the Apsheron Peninsula and other territories of Azerbaijan) and the North-Western end of the Caucasus range (the Kerch and Taman Peninsula). It is shown that the formation of diapir structure, when, in the context of high power clay strata, is not a sufficient condition for its transformation into a mud volcano. In such geological conditions, it is essential to determine the capacity of clay strata, but also the degree of its water-filled porosity, visco-plastic and fluid-forming properties, contributing to the transition of the breed in a phase of active current and the coming to the surface

но степень её водонасыщенной пористости, формирующая вязко-пластические и текучие свойства, способствующие переходу породы в фазу активного течения и излияния на поверхность

Ключевые слова: ДИАПИРОВАЯ СТРУКТУРА, ВУЛКАНИЗМ, ГЛИНЫ, ПОРИСТОСТЬ, ВОДОНАСЫЩЕННОСТЬ

Keywords: DIAPIR STRUCTURE, VOLCANISM, CLAY, POROSITY, WATER SATURATION

Doi: 10.21515/1990-4665-130-032

### **Постановка задачи и общая характеристика объекта исследования**

Диапировая складка – это антиклинальная складка, у которой в ядре залегают сильно деформированные высокопластичные отложения, тектонически прорывающие более молодые слои, причем последние образуют крылья диапировой структуры и залегают обычно довольно полого [32]. По И.М.Губкину [21], «диапировая структура, нефтяное месторождение и грязевой вулкан – это триединая сущность единого целостного процесса геологического развития области погружения и опускания Кавказского хребта». Из этой формулировки следует, что особая форма тектоники - диапиризм, как первая и, следовательно, важнейшая в триединой сущности единого целостного процесса геологического развития соответствующей области, естественным образом должна привести к формированию грязевого вулкана на этой структуре. В связи с такой трактовкой весьма интересным является анализ проявления диапиризма и выявление причин незавершенности грязевого вулканизма (квазигрязевого вулканизма) высокопродуктивных нефтегазовых структурах Терского и Сунженского хребтов Восточного Предкавказья по сравнению с высокопродуктивными нефтегазовыми диапировыми структурами грязевого вулканизма Азербайджана и грязевыми вулканами Керченского и Таманского полуостровов, приуроченных к молодой альпийской зоне складчатости – Северному Кавказу.

## Особенности проявления грязевого вулканизма на территории Азербайджана

В юго-восточной части Большого Кавказа, Терско-Каспийского передового прогиба и части акватории Среднего Каспия (в пределах Апшеронского полуострова и Южно-Каспийской впадины) расположены грязевые вулканы Азербайджана [20,26]. Почти все грязевые вулканы сопровождаются проявлениями диапиризма структур и крупными месторождениями нефти и газа (рис.1,2).

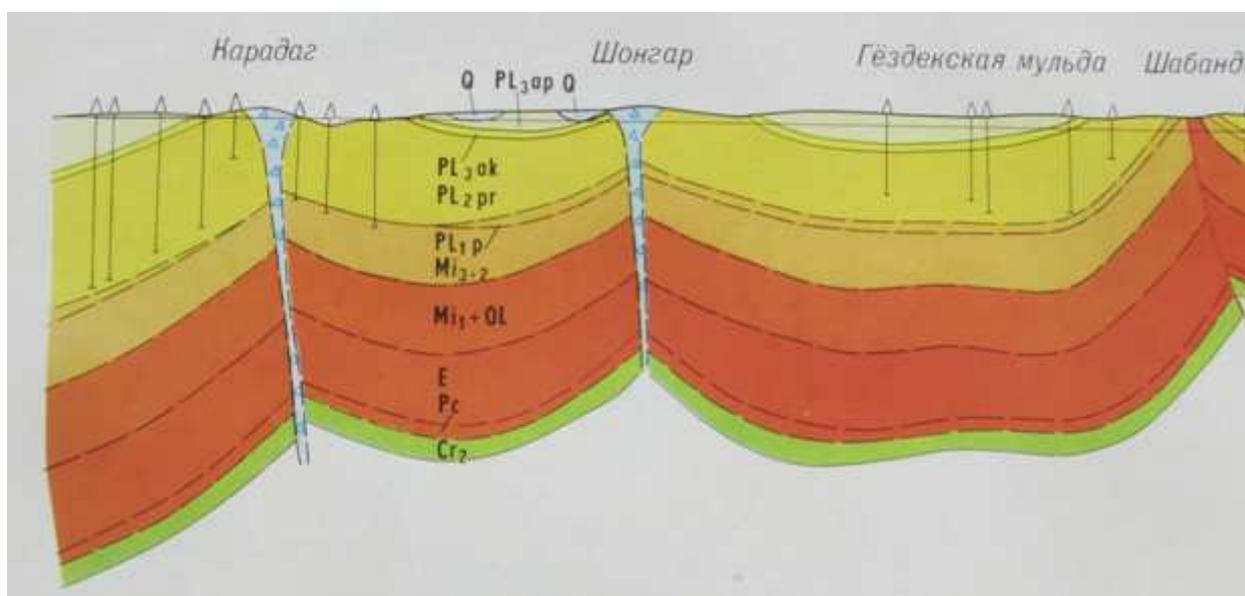


Рис. 1. Региональный геологический профиль через грязевые вулканы Карадаг – Шонгар – Шабандаг [20]

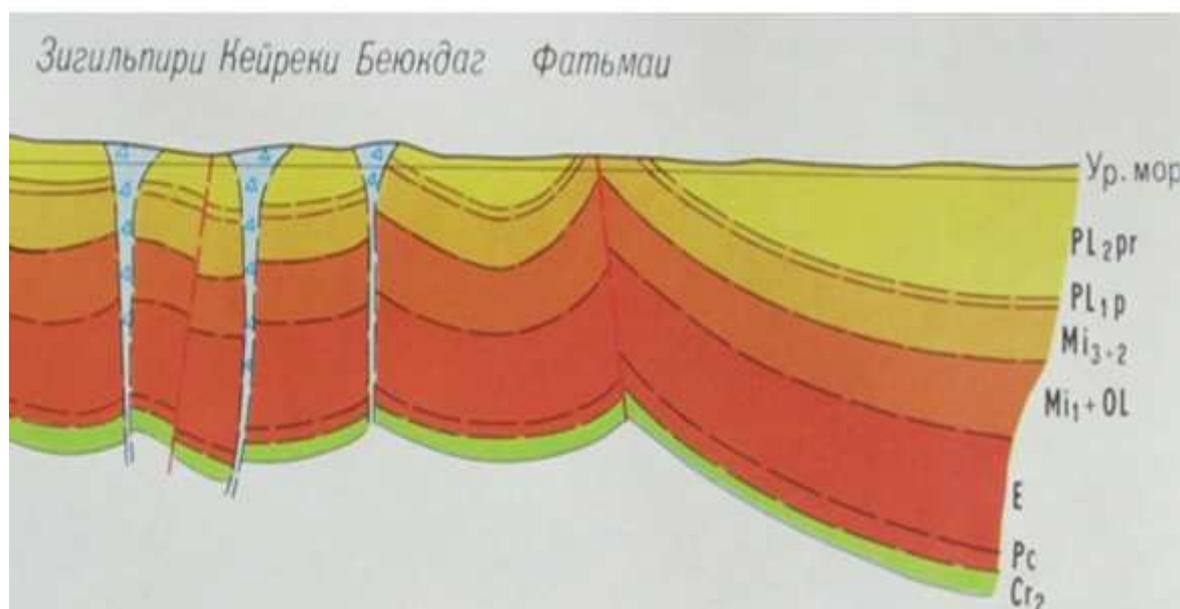


Рис. 2. Региональный геологический профиль через грязевые вулканы Зигильпири – Кейреки – Бейюкдаг [20]

Грязевые вулканы на территории Азербайджана изучали Г.В. Абиx [1], А.И. Алиев [18], А.А. Ализаде [19], И.М. Губкин [21], Ф.Г. Дадашев [23], М.М. Зейналов [25], В.С. Мелик-Пашаев [30], С.Ф. Федоров [22], А. А. Якубов [34,35], и др.[20]. В работе [18] А.И. Алиев отмечает, что «на современном этапе познания генетической сущности грязевого вулканизма установлено, что грязевые вулканы проявляются в наиболее активных тектонических зонах молодых депрессий с непрерывным и интенсивным накоплением мощной толщи молассовых формаций при наличии крупных скоплений газа и аномально высоких пластовых давлений».

Так как на формирование грязевых вулканов существенное влияние оказывает литология пород, когда в разрезе преобладают глинистые отложения, то наибольший интерес в литологическом отношении в этом регионе представляют отложения от палеогена и выше. Палеогеновые отложения занимают значительную часть территории Азербайджана, в том числе и юго-восточного Кавказа. Палеоцен представлен в основном красно-бурыми глинами с прослоями конгломератов, песков и песчаников.

Мощность 200-250 м. Эоценовые отложения в пределах юго-восточного Кавказа по характеру пород делятся на нижний, средний и верхний отделы. Нижний эоцен выражен светло-серыми, белыми мергелями и глинами с прослоями песчаников, алевролитов и бентонитов, средний состоит из темно-бурых глин, битуминозных мергелей и сланцев с прослоями песчаников, а верхний представлен зеленоватыми мергелистыми глинами с прослоями песчаников. Мощность эоцена в пределах Шемахино-Кобыстанской и Прикаспийской областей достигает 1400-1500 м, заметно увеличиваясь в юго-восточном направлении.

Олигоцен – нижний миоцен (майкопская толща) как в пределах юго-восточного Кавказа, так и в междуречье Куры и Иори литологически представлен коричневатыми, коричневато-серыми глинами с прослоями серых тонко- и мелкозернистых песчаников. Встречаются в большом количестве мергелистые и сидеритовые конкреции. В Южном Кобыстане и Прикаспийско-Кубинской области с отложениями майкопской свиты связаны промышленные притоки нефти и газа. Мощность до 1500-1800 м.

Средний миоцен (гельветский и тортонский ярусы) развит в Кобыстанской и Прикаспийско-Кубинской областях и в пределах междуречья Куры и Иори. Гельветский ярус (тарханский горизонт) имеет ограниченное распространение и выражен мергелями и глинами. Мощность 25 - 30 м.

Тортонский ярус (чокракский, караганский и конский горизонты) развит более широко и представлен глинами с прослоями мергелей, кварцевых песков и песчаников. Пески и песчаники в Прикаспийско-Кубинской области и частично на Апшеронском полуострове являются нефтеносными. Мощность до 750-800 м.

Верхний миоцен (сарматский и меотический ярусы) имеет широкое развитие на юго-восточном погружении Большого Кавказа и в междуречье Куры и Иори. Отложения представлены глинами, брекчевидными доломитами, органогенными известняками и прослоями конгломератов. Мощность верхнего миоцена на юго-восточном Кавказе колеблется от 1200 до 2000 м, а в междуречье Куры и Иори достигает 2000-2300 м.

Плиоценовые отложения широко развиты в пределах юго-восточного Кобыстана, Прикаспийско-Кубинской, Апшеронской и Нижне-Куруинской областей и прилегающей к ним морской акватории. Нижний плиоцен (понтический ярус) на юго-восточном Кавказе представлен в основном глинами и частично известняками. Мощность его 500-700 м. Средний плиоцен (продуктивная толща) широко распространен в Шемахино-Кобыстанской, Прикаспийско-Кубинской, Апшеронской, Прикуруинской нефтегазоносных областях и в акватории Каспийского моря. Представлен чередованием песчано-глинистых пород. Основные богатейшие залежи нефти и газа Восточного Азербайджана связаны с песчано-алевритовыми отложениями среднего плиоцена. Мощность до 3500 м.

Верхний плиоцен (акчагыльский и апшеронский ярусы) также имеет широкое развитие в пределах юго-восточного Кавказа и в Прикуруинской межгорной впадине. Литологически выражен серыми листоватыми глинами с пластами песчаников, известняков и прослоями вулканических пеплов. Пески, песчаники и известняки встречаются, в основном, в верхней части (апшеронский ярус) разреза. Мощность верхнего плиоцена 2000-2300 м.

Таким образом, в литологическом отношении в этом регионе в отложениях от палеогена и выше преобладают глинистые толщи большой мощности (несколько тысяч метров) (таблица №1), обладающие повышенной

пористостью и влагонасыщенностью, что и является основной предпосылкой и условиями для формирования грязевых вулканов по системам сквозных разломов.

**Таблица сравнительного анализа возраста и мощностей глинистых толщ разрезов диапировых структур грязевых вулканов юго-восточного (Азербайджан) и северо –западного (Таманский и Керченский полуострова) окончаний Кавказского хребта и диапировых структур Терско-Сунженской области Восточного Предкавказья**

**Таблица 1**

Система	Отдел	Ярус	Горизонт	Возраст млн. лет	Мощность отложений, м		
					Азербайджан	Таманский и Керченский полуострова	Терско-Сунженская область В. Предкавказья
Четвертичные	Голоцен			0,01 2			
	Плейстоцен			2,6			
Неоген	Плиоцен верхний	Апшеронский Акчагыльский		5,3	2000- 2300		
	Плиоцен средний	Кульяницкий Киммерийский	Продуктивная толща		3500		
	Плиоцен нижний	Понтический			500- 700	100	
	Миоцен верхний	Меотический Сарматский		23	1200- 2300	200- 1000	
	Миоцен нижний	Конский Караганский Чокракский			750- 800	280-300	370-950
Палеоген	Олигоцен	Майкопский		33,9	1500- 1800	2700- 3800	2000- 2350
	Эоцен	Фораминиферовые		56	1400- 1500	300-350	20-100
	Палеоцен			66	200- 300		

Частые извержения и большие конусы грязевых вулканов наблюдаются там, где в недрах имеются мощные пластические породы. Поэтому в северной и центральной зонах Кобыстана, в разрезе осадочной толщи которых пластичные породы развиты недостаточно, грязевые вулканы встречаются редко и действуют слабо. В южных же районах (южный Кобыстан, Апшеронская область и Прикуринская низменность), где отмечается наличие мощных пластичных пород, грязевые вулканы имеют широкое распространение и относятся к активно действующим вулканам. Как отмечается в работе [30], изменение стратиграфического диапазона и интенсивности проявления в Азербайджане грязевых вулканов во времени с северо-запада на юго-восток связано с активизацией неотектонических движений и перемещением в юго-восточном направлении оси максимального прогибания и накопления наибольшей мощности терригенных осадков и в зависимости от этого зон газогидродинамической разгрузки осадочного чехла.

В Азербайджане описано и изучено более 220 грязевых вулканов, отдельные крупные вулканы встречаются также и в акватории Каспийского моря [20].

### **Особенности грязевого вулканизма Керченского и Таманского полуостровов**

Северо-западная часть Предкавказья представляет собой передовой Западно-Кубанский прогиб, заложившийся перед фронтом горно-складчатых сооружений Северо-Западного Кавказа. На западе Западно-Кубанского прогиба располагается Керченско-Таманский периклинальный прогиб. По отношению к передовому прогибу он является поперечным и располагается на погребенных складчатых сооружениях Северо-Западного Кавказа и Восточного Крыма. Керченско-Таманский прогиб выполняется в основном олигоцен-миоценовыми

(майкопскими) и более молодыми отложениями. Для них характерен глинистый диапиризм майкопских отложений как открытого, связанного с грязевыми вулканами, так и скрытого (криптодиапировая тектоника) типа. Диапиризм приурочен к структурным зонам, которые определяются поперечными (по отношению к кавказским простираниям) ступенчатыми разломами. Таким образом, в Таманской части переклиналильного прогиба выделяется наиболее восточная Благовещенская антиклинальная зона, на западе – Таманско-Карабетовская антиклинальная зона. Все эти зоны связаны с поперечными разломами и майкопским глинистым диапиризмом, прорывающим более молодые миоцен-плиоценовые отложения, мощность которых превышает 5000 м. Глубины залегания фундамента здесь составляют 10000-12000 м.

В центральной части Керченско-Таманского переклиналильного прогиба, в пределах северо-западной части Таманского полуострова, располагается Северо-Таманский вал – высокоподнятый блок, ограниченный с севера и юга крупными разломами с амплитудами не менее 2000 м. Восточная и западная переклинали вала погружаются в акватории Азовского и Черного морей и изучены слабо. Здесь также наблюдается глинистый майкопский диапиризм, хотя корни грязевых вулканов уходят до юрских отложений, обломки которых присутствуют в сопочной брекчии.

### **Механизм и время образования грязевых вулканов в пределах западного и восточного окончаний Кавказского хребта**

О генезисе грязевых вулканов и механизме грязевулканических явлений высказано много предположений, по-разному объясняющих причины указанного вида вулканизма. Так, Г.В. Абиш [1] пришел к выводу, что для проявления грязевого вулканизма на поверхности земли тепло дает магма; обломочную породу для сопочной брекчии – зона разлома; воду – море; газ – битуминозные породы; импульсы для начала грязевулканической

деятельности – землетрясение. Идею ученого о магматическом происхождении грязевых вулканов впоследствии в своих работах развивал С.А. Ковалевский [20,29], который считал, что грязевой вулканизм представляет собой эмбриональную форму магматических вулканов. Однако считается, что эти неправильные выводы привели к тому, что многие исследователи длительное время не только не уделяли внимания изучению грязевых вулканов и связи их с нефтяными и газовыми месторождениями, но и пренебрегали поисками и разведкой структур, осложненных грязевыми вулканами, на которых наблюдались выходы нефти и газа. Академик И.М. Губкин впервые установил связь этих вулканов с газонефтяными месторождениями и на их генезис высказал, на наш взгляд, более правильную точку зрения. По И.М. Губкину «геологическое строение, нефтегазоносность и грязевой вулканизм суть функции одних и тех же общих причин, функции геологического строения, в частности особых форм тектоники - диапировых структур». Ученый следующим образом представлял механизм образования грязевулканических явлений в пределах западного и восточного окончаний Кавказского хребта: « к акчагыльскому времени в области развития диапировых складок обособление зон высокого и более низкого давления ушло настолько далеко, что пластичные глинистые массы, находившиеся под огромным давлением, двинулись по линиям наименьшего сопротивления в зоны слабого давления, а именно – в купола складок. Получило начало и развитие выдавливания этих масс вверх через более молодые отложения, т.е. формирование диапировых структур. Как только начался этот процесс, к ядрам складок, как к наиболее поднятым и наиболее измятым и разрыхленным местам, стал совершаться подток воды и газа, а потом и нефти. Начали подниматься и накапливаться те три элемента, которые обусловили возникновение и грязевых вулканов и нефтяных месторождений. Как более подвижные, в ядро складки

устремились сначала газ и вода. Вода размягчала породы ядра: под влиянием давления газа она поднималась вверх, выходила в виде газифицирующих источников на вершинах диапировых структур. Если приток газа был обильным, он не успевал выйти наружу и накапливался в ядре в больших количествах, вследствие чего давление здесь достигало громадных размеров. Создавшееся напряжение разряжалось взрывом и извержением газа, который, вырываясь наружу мощной струей, увлекал с собой куски разрушенного взрывом ядра и боковых пород. Извержение в большинстве случаев сопровождается воспламенением газов, появлением над вулканом высокого (300 м и более) огненного столба и излиянием грязевых вулканов».

И.М. Губкин считал, что источниками питания газом грязевых вулканов являются мезозойские породы, куски которых почти повсеместно встречаются в сопочных брекчиях указанных вулканов. Учение И.М. Губкина о грязевых вулканах в последующем было развито в трудах его учеников - С.Ф. Федорова, А.А. Якубова, П.П. Авдусина, А.А. Ализаде, а также в работах М.М. Зейналова, Ф.Г. Дадашева, Н.О. Назарова и др.[20]. Подобно тому, как И.М. Губкин первопричинами в образовании грязевых вулканов видел тектонические движения, точно так же его последователи механизм образования грязевулканических явлений, в основном, связывают с тектоническим развитием газонефтяных областей.

Антиклинальные складки нефтегазоносных областей Азербайджана. Керченского и Таманского полуостровов относятся к типу прерывистой складчатости, где формирование отдельных куполовидных структур происходило на общем фоне опускания депрессионных зон. Анализ фации и мощности осадков в пределах прерывистых складок межкупольных пространств позволяет утверждать, что процесс складкообразования происходил одновременно с накоплением осадков. Рассматриваемые

складки интенсивно стали подниматься в плиоцене и антропогене, хотя их зародыши были заложены ещё в конце олигоцена и начале миоцена. Большинство из складок нефтегазоносных областей Азербайджана. Керченского и Таманского полуостровов имеет диапировый или криптодиапировый характер, т.е. отмечается резкая дисгармония между слоями, залегающими в ядре складки, и подстилающими толщами (рис. 1, 2).

Прерывистые складки (в том числе и диапировые и криптодиапировые) разделены пологими и широкими мульдами, амплитуды прогибания которых имеют различные величины. В зависимости от геолого – тектонической обстановки развития этих мульд и прерывистых складок создавались условия, при которых пластичные глинистые толщи из под мульд выжимались к ядрам антиклинальных структур. Поскольку последние свое формирование начали ещё с конца олигоцена, то их ядровые части подверглись непрерывно-прерывистым тектоническим подвижкам, благодаря чему они оказались теми слабватыми участками, куда выжимались пластичные глинистые соли (рис.1,2).

Кроме того, по образовавшимся в присводовой части разрывам проникали вода и газ как наиболее подвижные флюиды. Пропитавшись ими, глинистые отложения с меньшим удельным весом и увеличивающимся давлением прорывались на поверхность там, где в результате роста складок образовались разрывы. Следовательно, место прорыва пластичной брекчиевидной массы в виде грязевулканических излияний на поверхности и под водой предопределялось наличием разрывных нарушений, без чего немислимо образование грязевых вулканов.

Таким образом, по И.М. Губкину и его последователей, первопричиной образования грязевых вулканов являются колебательные и складкообразовательные тектонические движения, проявление которых в

ряде депрессионных зон нефтегазоносных областей имеют своеобразный и специфический характер в виде диапиризма структур. Все остальные факторы, как-то: присутствие в разрезе пластичных глинистых толщ, воды, газа и разрывов, - имеют сопутствующее значение. Без наличия указанных своеобразных специфических тектонических движений, приводящих к образованию прерывистых диапировых и криптодиапировых складок, возникновение грязевых вулканов немислимо.

### **Диапиризм Терско-Сунженских структур Восточного Предкавказья**

В юго-восточной части Предкавказья и в восточной части акватории Среднего Каспия расположен Терско-Каспийский передовой прогиб [26], выполненный отложениями от юрских до антропогенных, причем от верхнего олигоцена (майкопа) и выше залегают отложения, слагающие собственно структуру передового прогиба, т.е. нижнюю (майкоп) и верхнюю (средний миоцен и более высокие горизонты) молассы. Глубина погружения фундамента в прогибе составляет от -6000 м до -12000 м. Центральная часть западного сектора Терско-Каспийского прогиба осложнена рядом высокоамплитудных структурных зон, выделяемых по меловым и более высоким горизонтам палеогена и неогена. Южной является Сунженская антиклинальная зона. Верхнемеловые отложения в ней залегают на отметках около 1500 м в западной части и до -4000 м и глубже – в восточной. Сунженская зона представляет собой систему узких и протяженных антиклиналей, имеющих блоковое строение с элементами надвигания. Амплитуда её в среднем составляет более 2000 м. Севернее расположена Терская антиклинальная зона, строение которой принципиально не отличается от строения рассмотренной Сунженской зоны. Она несколько более погружена и сложнее построена. Верхнемеловые отложения в её пределах залегают в основном в

интервале глубин от -2500 м на западе до - 4500÷-5000 м на востоке. Терская и Сунженская антиклинальные зоны разделяются Алханчуртовской синклиальной – глубоким прогибом, расположенным в западной части рассматриваемой территории. Как видно из сравнения геологических профилей (рис. 1, 2) и (рис.3,4), диапиризм структур Терско-Сунженской области проявляется даже в более явной форме, чем на структурах Азербайджана, однако грязевые вулканы не вызрели.

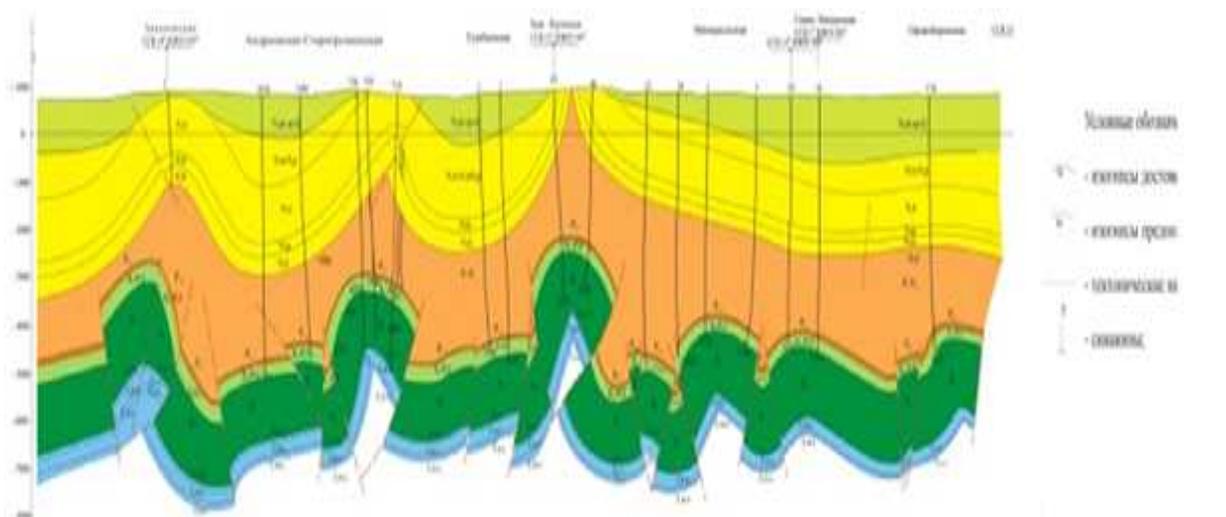


Рис. 3. Геологический профиль по линии I-I

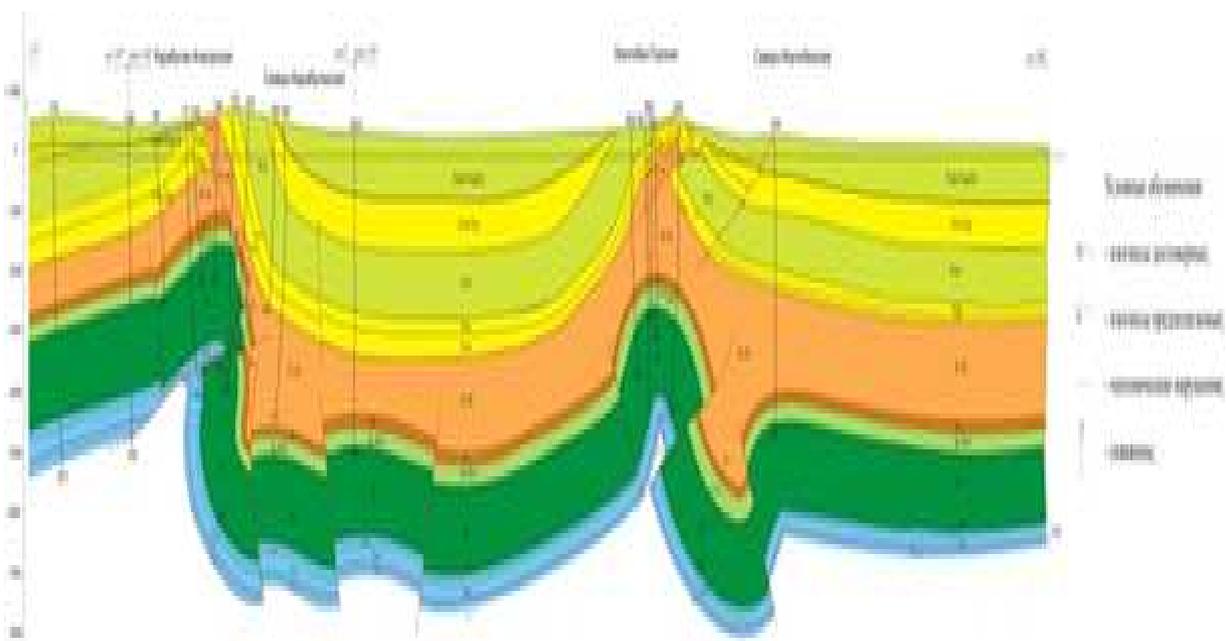


Рис. 4. Геологический профиль по линии II-II

### **Общность и различие диапировых структур Передовых хребтов Восточного Предкавказья и депрессионных зон погружения Кавказа**

В работе [18] А.И. Алиевым показана четкая взаимосвязь проявления грязевулканической деятельности структур в пределах Азербайджана с землетрясениями различной бальности. Большой интерес представляет также периодичность извержений грязевых вулканов в пределах Азербайджана в моменты проявления землетрясений и проявления землетрясений на территории Передовых хребтов Восточного Предкавказья. Так за период с 1810 по 1967 г. в Азербайджане зафиксировано 24 извержения грязевых вулканов как на суше, так и на море, причем протекали они с определенной закономерностью во времени. С 1840 по 1959 г. выделялось два периода активной грязевулканической деятельности: первый период (1840-1900 г) характеризуется относительно слабой деятельностью грязевых вулканов (за эти годы произошло лишь 7 извержений), а второй (1900- 1959) - активный (за этот промежуток времени отмечалось 20 извержений) [20]. За аналогичные периоды количество землетрясений в пределах Передовых хребтов Восточного Предкавказья было соответственно 9 и 15. Это свидетельствует о том, что активизация тектонической деятельности структур, включая активизацию грязевулканической деятельности, связана с периодически проявляющимися землетрясениями, охватывающими всю территорию Кавказа. Сравнивая структуры на Терском и Сунженском хребтах и грязевого вулканизма пределах Апшеронского полуострова в пределах Каспийского моря, на Керченском и Таманском полуостровах в пределах Черного и Азовского морей, можно отметить, что все они характеризуются проявлением диапиризма, литолого-стратиграфические разрезы этих регионов во многом идентичны, но имеются и существенные отличия. В пределах передовых

хребтов Восточного Предкавказья глинистые толщи большой мощности приурочены к олигоцену и нижнему миоцену (карагано-чокрак + майкоп) и достигают 2400-3300 м, а в некоторых условиях даже больше (таблица №1). При этом коэффициент аномальности поровых и пластовых давлений в этой толще особенно в сводах структур, где имеет место существенное увеличение мощности толщи глин [9], достигает величин 2-2,2 [2,3,4,8,9,10,16, 17]. В соответствии с [24] и таблицы №1, мощность глинистой толщи (низы чокрака + майкоп) структур Керченского и Таманского полуостровов, в которых проявляется грязевулканическая деятельность, достигает до 4000м и коэффициент аномальности поровых и пластовых давлений в этой толще также велик - до 2-2,2. Диапировые, грязевулканические структуры Азербайджана также связаны с глинистыми толщами, суммарная мощность которых может превышать 5000 м, причем они представляют собой более молодые - средний плиоцен (продуктивная толща) и верхний плиоцен (апшеронский и акчагыльский ярусы) (таблица №1). Возраст этих отложений соответственно на 10-15 млн лет моложе и, в связи с этим, они характеризуются более высокой пористостью даже в условиях нормального уплотнения. Это было выявлено при сравнительном анализе закономерностей изменения пористости глин от глубины их залегания в разных нефтегазовых регионах [2,4,12,14,13] и учитывалось при оценке поровых давлений по геофизическим и петрофизическим данным [11,15,24,27,28,31,33]. Эти особенности глинистых толщ по мощности и пористости в пределах передовых хребтов Восточного Предкавказья и депрессионных зон погружения осадков на северо-западном и юго-восточном окончаниях Кавказского хребта наложили свои отпечатки на формирование диапировых структур и возможности дальнейшего их перехода в стадию грязевого вулканизма. Степень тектонической разломности структур вплоть до проявления явно выраженных и регистрируемых методами сейсморазведки сквозных

разрывных нарушений через всю толщу пород и мощность пластичных глинистых толщ в структурах Терско-Сунженских хребтов оказалась несколько ниже. Однако на геолого-сейсмических разрезах Восточного Предкавказья явно прослеживаются вертикальные или наклонные линии потери корреляции и синфазности отраженных волн, что свидетельствует о наличии непрерывных по всей толщ глинистых пород зон дробления и возможных сквозных разрывных нарушений. Видимо, именно такие зоны и являлись путями миграции углеводородных флюидов с больших глубин вплоть до нижнего миоцена и формировали не только крупные залежи углеводородов в верхнемеловых карбонатных отложениях, но и многопластовые залежи в карагано-чокракских песчаниках месторождений Октябрьского, Старогрозненского и других (рис.5), имеющих много общего с многопластовыми месторождениями Бибиэйбат, Нефтяные камни и другие Азербайджана (рис.6). И хотя структуры на Терско-Сунженских хребтах являются даже более классическими диапирами и в некоторых из них майкопские глинистые отложения даже выходят на поверхность и, таким образом, представляют собой как бы недоразвитые (невызревшие), квазигрязевые вулканы (рис.3,4), но излияния грязевой массы на поверхность не произошло. Судя по расположению грязевых вулканов в пределах Кавказа – они приурочены к окончаниям Кавказского хребта как на северо-западе, так и на юго-востоке.

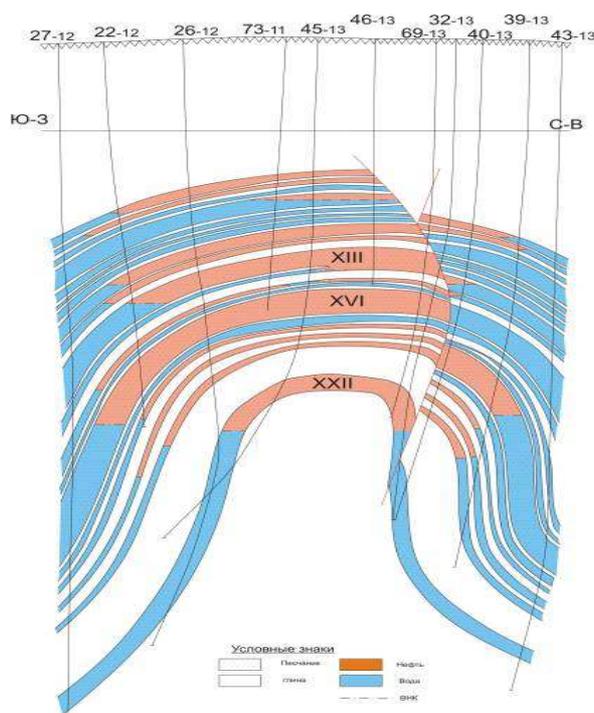


Рис. 5. Геологический профиль по карагано-чокракским отложениям месторождения Октябрьское

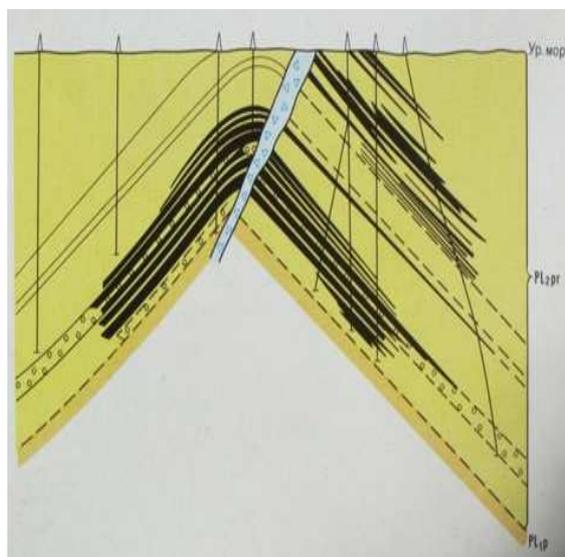


Рис.6. Месторождение и грязевой вулкан Нефтяные камни [20]

Это свидетельствует о том, что при формировании массива Кавказского хребта и воздымания горной системы в центральной части в виде компенсации происходило интенсивное опускание его окончаний на северо-западе и юго-востоке, где и формировались мощные толщи ( до

4000 – 5000 м) молодых по возрасту (верхний и средний плиоцен) преимущественно глинистых пород, не успевающих в какой-либо степени уплотняться и остающихся высокопористыми и в большой степени пластичными (таблица №1). Диапировые структуры Терского и Сунженского хребтов расположены в предгорной части примерно напротив середины Кавказского хребта и параллельно ему и хотя испытывали не меньшие напряжения и, несмотря на наличие большой, но менее мощной толщи, причем менее молодых (майкопская толща олигоцена) и, следовательно более уплотненных и менее пластичных глинистых пород, не сформировались в грязевые вулканы. Видимо в них не хватило энергии поднимающихся вверх жидких и газообразных флюидов для расширения сквозных трещин до такой степени, чтобы по ним могли перемещаться вверх обломки породы. Таким образом, диапировые структуры Терского и Сунженского хребтов являются не завершенной стадией формирования грязевых вулканов, но за счет высокой энергии поднимающихся по сквозным разломам флюидов сформировалось ряд уникальных многопластовых месторождений, такие как Октябрьское, Старогрозненское, Малгобек-Вознесенское, имеющие много общего с многопластовыми месторождениями –грязевыми вулканами Азербайджана.

Это дает основание считать, что в структурах Терского и Сунженского хребтов Восточного Предкавказья имеются сквозные разрывные нарушения, достаточно проницаемые для движения углеводородов снизу вверх, но не достаточно разрыхленные для перемещения масс разжиженной породы. Структуры там и там практически идентичны, но в одних условиях проявляется грязевой вулканизм и время от времени он повторяется, а в других не проявляется. Различие заключается в том, что в районе Апшеронского полуострова, вклинивающегося в Каспийское море

на юго-восточном окончании Кавказа, Керченского и Таманского полуостровов, вклинивающихся в пределы Черного и Азовского морей на северо-западном окончании Кавказа, развиты диапировые структуры с вызревшими и активно проявляющимися грязевыми вулканами не столько за счет наличия особо больших тектонических напряжений, но, в первую очередь, за счет большей мощности и более молодых глинистых толщ отложений миоцена и плиоцена, находящихся в состоянии достаточно высокой пластичности и текучести.

Важным фактором является наличие бокового давления, превышающего предел прочности и текучести высокопористых и пластичных глинистых пород. Наличие этих факторов оказалось не только достаточным для формирования диапировой структуры, но и для проявления грязевого вулканизма. Без наличия указанных своеобразных специфических условий, как - то мощных высокопористых пластичных глинистых толщ, приводящих к образованию диапировых и криптодиапировых складок, возникновение грязевых вулканов невозможно. Причем структуры грязевых вулканов, особенно Азербайджана, являются менее выраженными диапирами, чем в пределах Терского и Сунженского хребтов Восточного Предкавказья. Это связано с тем, что при наличии сквозного отверстия в толще пород, сформированного в плоскости наибольшего напряжения соприкасающихся толщ противоположных частей структуры, происходило выдавливание пород через жерло и излияние по земной поверхности. В результате свод складки больше не воздымался и степень диапиризма структуры оставалась такой же, как на момент формирования сквозного вертикального отверстия – жерла вулкана.

## Выводы

1. Грязевые вулканы приурочены, как правило, к осям антиклинальных поднятий. В диапировых складках неравномерность толщи отложений на своде и на крыльях, создавая хотя бы незначительную разницу в нагрузки, благоприятствует выжиманию пластичных масс в ядро складки и тем самым является одной из главных причин деятельности вулкана.

2. Результаты исследования огромного фактического материала, полученного при разведке и разработке нефтяных месторождений Азербайджана, приуроченных к грязевым вулканам, и в частности Апшеронского полуострова, говорят о том, что присутствие грязевых вулканов – прямой признак наличия залежей нефти и газа. Все разрабатываемые газонефтяные структуры Азербайджана осложнены разрывными нарушениями продольного и поперечного характера, которые, наряду с основным жерлом вулкана, явились путями миграции углеводородов с больших глубин и формирования многопластовых месторождений. Большинство из них сопровождается грязевулканическими проявлениями.

3. Диапировая структура, нефтяное месторождение и грязевой вулкан не во всех геологических условиях являются триединой сущностью процесса геологического развития в пределах Кавказского хребта. Необходимым условием формирования грязевого вулкана должно быть нахождение глинистых толщ в состоянии предела активной текучести. Это состояние может проявляться не только в формировании грязевого вулкана в виде излияния из его жерла разжиженной глинистой массы, но также в неустойчивости ствола скважины в виде его разрушения, течения пород, смятии колонны или даже в выдавливании колонны или бурового инструмента на поверхность [5,6,7].

4. Диapiroвая структура - необходимое, но не достаточное условие для формирования грязевого вулкана.

#### Литература

1. Абих Г.В. О появившемся на Каспийском море острове и материалы к познанию вулканов. Тр. Ин-та геологии. Изд-во АзФАН СССР, т. XII, 1939.

2. Александров Б.Л. Аномально высокие пластовые давления в нефтегазоносных бассейнах. М., Издательство «Недра», 1987 г., 216 с.

3. Александров Б.Л. Аномально высокие пластовые давления в разрезах месторождений ЧИАССР и бурение глубоких скважин на основе определения и прогнозирования давлений. Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы, технические науки, №1, 1975 г.

4. Александров Б.Л. Определение и прогнозирование аномально высоких пластовых давлений геофизическими методами. ВНИИОЭНГ. Тематический научно-технический обзор, М. 1973 г., 73 с.

5. Александров Б.Л. Прогнозирование давлений и устойчивости ствола скважин при глубоком бурении Труды XXX международного геофизического симпозиума. С. Стеновые доклады, часть 1 М., 1985 г.

6. Александров Б.Л. Способ определения состояния ствола скважины. А.с. №1074991 от 22.10.1983.

7. Александров Б.Л. Способ прогнозирования устойчивости ствола скважины во времени А.с. № 1298359 от 22.11.1986.

8. Александров Б.Л., Беркович Э.А., Масленников В.В., Тагунов Э.М. Закономерность измерения давления по разрезу Октябрьского месторождения ЧИАССР в связи с бурением глубоких скважин. Журнал «Нефтяное хозяйство», №8, 1972 г., с.15-18.

9. Александров Б.Л., Беркович Э.А., Тагунов Э.М. Оценка и прогнозирование аномально-высоких пластовых давлений на Октябрьском месторождении ЧИАССР. Журнал «Нефтяное хозяйство», №12, 1975 г., с.5-8.

10. Александров Б.Л., Голланд Р.В. О характере изменения мощности и литологии эоцен-миоценовых отложений Предкавказья в связи с природой и проявлениями АВПД. Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы, естественные науки, №1, 1979 г.

11. Александров Б.Л., Дурьмишьян А.Г. О природе аномально-высоких пластовых давлений в мезокайнозойских отложениях Восточного Предкавказья. «Нефтегазовая геология и геофизика», №7, 1976 г.

12. Александров Б.Л., Есипко О. А. Изменение петрофизических параметров глин в связи с прогнозом АВПД. Журнал «Нефтегазовая геология и геофизика» №5, 1980 г., с.27-30.

13. Александров Б.Л., Есипко О. А. Определение мощности размыва поверхностной толщи по материалам промыслово-геофизических исследований. Журнал «Известия Северо-Кавказского научного центра высшей школы», естественные науки, №1, 1983 г.

14. Александров Б.Л., Есипко О. А., Дахкильгов Т.Д. Особенности прогнозирования давлений флюидов по результатам промыслово-геофизических исследований в сложных геологических условиях. Журнал «Нефть и газ», Изд. ВУЗов №12, 1981 г., с.3-10.

15. Александров Б.Л., Касумов К.А., Дергунов Э.Н. Определение АВПД по данным промыслово- геофизических исследований глубоких скважин Прикаспийско-

Кубинской нефтегазоносной области Азербайджана . В кн. «Нефтепромысловая геофизика», труды БашНИПИнефть, вып. 5, Уфа, 1975 г.

16. Александров Б.Л., Крысанова Л.В., Дулерайн Г.Р. Выделение зон аномально-высоких давлений по электрометрическим данным (на примере месторождений Восточного Предкавказья). Журнал «Нефтяное хозяйство», №9, 1973 г., с.15-19.

17. Александров Б.Л., Масленников В.В., Голланд Р.В. Природа и закономерности изменения давлений в толще-покрышке месторождений ЧИАССР. Журнал «Геология нефти и газа», №11, 1975 г., с.46-50.

18. Алиев А.И. Грязевые вулканы - очаги периодической газогидродинамической разгрузки быстропогружающихся осадочных бассейнов и важные критерии прогноза газоносности больших глубин. Ж. Геология нефти и газа, №5, 2006.

19. Ализаде А.А., Ахмедов Г.А., Алиев А.К., Ахмедов А.М., Зейналов М.М. Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана. М., Изд-во «Недра», 1966.

20. Грязевые вулканы Азербайджанской ССР. Атлас. Авторы и составители: Академики Академии наук Азербайджанской ССР А.А. Якубов, А.А. Ализаде, доктор геолого-минералогических наук М.М. Зейналов. Издательство Академии наук Азербайджанской ССР, Баку, 1971, 256 с.

21. Губкин И.М. Тектоника юго-восточной части Кавказа в связи с нефтегазоносностью этой области. М.-Л., Изд-во «Горгеонефтеиздат», 1934.

22. Губкин И.М., Федоров С.Ф. Грязевые вулканы Советского Союза и их связь с генезисом нефтяных месторождений Крымско-Кавказской геологической провинции. М.-Л., Изд-во АН СССР, 1938.

23. Дадашев Ф.Г. Углеводородные газы грязевых вулканов Азербайджана. Баку, Изд-во «Азернешр», 1963.

24. Дурьмишьян А.Г., Асланов В.Д., Рахманов Т.Р., Александров Б.Л., Шарафутдинов Ф.Г. Закономерности изменения пластовых давлений в мезозойско-кайнозойских отложениях Восточного Предкавказья. Журнал «Геология нефти и газа», №10, 1976 г., с.55-61.

25. Зейналов М.М. Грязевые вулканы Южного Кобыстана и их связь с газонефтяными месторождениями. Баку, Изд-во «Азернешр», 1960.

26. Летавин А.И., Орел В.Е., Чернышев С.М. и др. Тектоника и нефтегазоносность Северного Кавказа. М., «Наука», 1987, 94 с.

27. Касумов К.А., Александров Б.Л., Дергунов Э.Н., Асрян С.М. Изучение АВПД методами промысловой геофизики на месторождениях Азербайджана с помощью ЭВМ. Сб. Разведочная геофизика, вып. 99, М., Недра, 1984г.

28. Касумов К.А., Дергунов Э.Н., Александров Б.Л. Природа аномально-высоких пластовых давлений в разрезах месторождений Кюровдаг и Карабаглы Прикуринской низменности. Журнал «Геология нефти и газа», №8, 1976 г., с.39-43.

29. Ковалевский С.А. Грязевые вулканы Южного Прикаспия. (Азербайджан и Туркмения). Баку, Изд-во «Азгостоптеиздат», 1940.

30. Мелик-Пашаев В.С. Геология морских нефтяных месторождений Апшеронского архипелага. М., Изд-во «Гостоптехиздат», 1960.

31. Рахманов Р.Р., Касумов К.А., Александров Б.Л., Дергунов Э.Н. Изучение АВПД в разрезах нефтяных месторождений Кюровдаг и Карабаглы по данным промысловой геофизики с целью выбора оптимальных условий проводки скважин. Журнал «Азербайджанское нефтяное хозяйство», №1, 1976г., г. Баку, с.18-22.

32. Словарь по геологии нефти. Издание второе, исправленное и дополненное. Под редакцией члена-корреспондента Академии наук СССР М.Ф. Мирчинка. Л. Гостоптехиздат, 1958, 776 с.

33. Юсуфзаде Х.Б., Касумов К.А., Александров Б.Л., Дергунов Э.Н. Изучение и прогнозирование АВПД по данным промысловой геофизики (на примере площади Булла-море) Журнал «Азербайджанское нефтяное хозяйство», № 5, 1976г, г. Баку., с. 1-8.

34. Якубов А.А., Дадашев Ф.Г., Зейналов М.М., Гаджиев Я.А., Магеррамова Ф.С., Разживина Л.А. О новейших извержениях вулканов юго-восточной части большого Кавказа. Баку, Изд.-во «Элм», 1970.

35. Якубов А.А. Грязевые вулканы Азербайджана и их связь с нефтяными месторождениями. Изд.-во АН Азерб. ССР, 1948.

### References

1. Abih G.V. O pojavivshemsja na Kaspijskom more ostrove i materialy k poznaniju vulkanov. Tr. In-ta geologii. Izd-vo AzFAN SSSR, t.XII, 1939.

2. Aleksandrov B.L. Anomal'no vysokie plastovye davlenija v neftegazonosnyh bassejnah. M., Izdatel'stvo «Nedra», 1987 g., 216 s.

3. Aleksandrov B.L. Anomal'no vysokie plastovye davlenija v razrezah mestorozhdenij ChIASSR i burenie glubokih skvazhin na osnove opredelenija i prognozirovanija davlenij. Izvestija Severo-Kavkazskogo nauchnogo centra vysshej shkoly, tehnicheckie nauki, №1, 1975 g.

4. Aleksandrov B.L. Opredelenie i prognozirovanie anomal'no vysokih plastovyh davlenij geofizicheckimi metodami. VNIIOJeNG. Tematicheckij nauchno-tehnicheckij obzor, M. 1973 g., 73 s.

5. Aleksandrov B.L. Prognozirovanie davlenij i ustojchivosti stvola skvazhin pri glubokom burenii Trudy XXX mezhdunarodnogo geofizicheckogo simpoziuma. S. Stendovye doklady, chast' 1 M., 1985 g.

6. Aleksandrov B.L. Sposob opredelenija sostojanija stvola skvazhiny. A.s. №1074991 ot 22.10.1983.

7. Aleksandrov B.L. Sposob prognozirovanija ustojchivosti stvola skvazhiny vo vremeni A.s. № 1298359 ot 22.11.1986..

8. Aleksandrov B.L., Berkovich Je.A., Maslennikov V.V., Tagunov Je.M. Zakonomernost' izmerenija davlenija po razrezu Oktjabr'skogo mestorozhdenija ChIASSR v svjazi s bureniem glubokih skvazhin. Zhurnal «Neftjanoe hozjajstvo», №8, 1972 g., s.15-18.

9. Aleksandrov B.L., Berkovich Je.A., Tagunov Je.M. Ocenka i prognozirovanie anomal'no-vysokih plastovyh davlenij na Oktjabr'skom mestorozhdenii ChIASSR. Zhurnal «Neftjanoe hozjajstvo», №12, 1975 g., s.5-8.

10. Aleksandrov B.L., Golland R.V. O haraktere izmenenija moshhnosti i litologii jeocen-miocenovyh otlozhenij Predkavkaz'ja v svjazi s prirodoy i projavlenijami AVPD. Izvestija Severo-Kavkazskogo nauchnogo centra vysshej shkoly, estestvennye nauki, №1, 1979 g.

11. Aleksandrov B.L., Dur'mish'jan A.G. O prirode anomal'no- vysokih plastovyh davlenij v mezokajnozoijskij otlozhenijah Vostochnogo Predkavkaz'ja. «Neftgazovaja geologija i geofizika», №7, 1976 g.

12. Aleksandrov B.L., Esipko O. A. Izmenenie petrofizicheckih parametrov glin v svjazi s prognozom AVPD. Zhurnal «Neftgazovaja geologija i geofizika» №5, 1980 g., s.27-30.

13. Aleksandrov B.L., Esipko O. A. Opredelenie moshhnosti razmyva poverhnostnoj tolshhi po materialam promyslovo-geofizicheckih issledovanij. Zhurnal «Izvestija Severo-Kavkazskogo nauchnogo centra vysshej shkoly», estestvennye nauki, №1, 1983 g.

14. Aleksandrov B.L., Esipko O. A., Dahkil'gov T.D. Osobennosti prognozirovaniya davlenij fljuidov po rezul'tatam promyslovo-geofizicheskikh issledovanij v slozhnykh geologicheskikh uslovijah. Zhurnal «Nef't i gaz», Izd. VUZov №12, 1981 g., s.3-10.

15. Aleksandrov B.L., Kasumov K.A., Dergunov Je.N. Opredelenie AVPD po dannym promyslovo-geofizicheskikh issledovanij glubokih skvazhin Prikaspijsko-Kubinskoj neftegazonosnoj oblasti Azerbajdzhana. V kn. «Neftepromyslovaja geofizika», trudy BashNIPIneft', vyp. 5, Ufa, 1975 g.

16. Aleksandrov B.L., Krysanova L.V., Dulerajn G.R. Vydelenie zon anomal'no-vysokih davlenij po jelektrometricheskim dannym (na primere mestorozhdenij Vostochnogo Predkavkaz'ja). Zhurnal «Nef'tjanoe hozjajstvo», №9, 1973 g., s.15-19.

17. Aleksandrov B.L., Maslennikov V.V., Golland R.V. Priroda i zakonomernosti izmenenija davlenij v tolshhe-pokryshke mestorozhdenij ChIASSR. Zhurnal «Geologija nef'ti i gaza», №11, 1975 g., s.46-50.

18. Aliev A.I. Grjazeveye vulkany - ochagi periodicheskoj gazogidrodinamicheskoj razgruzki bystropogruzhajushhihsja osadochnyh bassejnov i vazhnye kriterii prognoza gazonosnosti bol'shih glubin. Zh. Geologija nef'ti i gaza, №5, 2006.

19. Alizade A.A., Ahmedov G.A., Aliev A.K., Ahmedov A.M., Zejnalov M.M. Geologija nef'tjanyh i gazovyh mestorozhdenij Azerbajdzhana. M., Izd-vo «Nedra», 1966.

20. Grjazeveye vulkany Azerbajdzhanskoj SSR. Atlas. Avtory i sostaviteli: Akademiki Akademii nauk Azerbajdzhanskoj SSR A.A. Jakubov, A.A. Alizade, doktor geologo-mineralogicheskikh nauk M.M. Zejnalov. Izdatel'stvo Akademii nauk Azerbajdzhanskoj SSR, Baku, 1971, 256 s.

21. Gubkin I.M. Tektonika jugo-vostochnoj chasti Kavkaza v svjazi s neftegazonosnost'ju jetoj oblasti. M.-L., Izd-vo «Gorgeonefteizdat», 1934.

22. Gubkin I.M., Fedorov S.F. Grjazeveye vulkany Sovetskogo Sojuza i ih svjaz' s genezisom nef'tjanyh mestorozhdenij Krymsko-Kavkazskoj geologicheskoi provincii. M.-L., Izd.-vo ANSSSR, 1938.

23. Dadashev F.G. Uglevodorodnye gazy grjazevyh vulkanov Azerbajdzhana. Baku, Izd-vo «Azerneshr», 1963.

24. Dur'mish'jan A.G., Aslanov V.D., Rahmanov T.R., Aleksandrov B.L., Sharafutdinov F.G. Zakonomernosti izmenenija plastovyh davlenij v mezozojsko-kajnozojskikh otlozhenijah Vostochnogo Predkavkaz'ja. Zhurnal «Geologija nef'ti i gaza», №10, 1976 g., s.55-61.

25. Zejnalov M.M. Grjazeveye vulkany Juzhnogo Kobystana i ih svjaz' s gazoneftjanymi mestorozhdenijami. Baku, Izd-vo «Azerneshr», 1960.

26. Letavin A.I., Orel V.E., Chernyshev S.M. i dr. Tektonika i neftegazonosnost' Severnogo Kavkaza. M., «Nauka», 1987, 94 s.

27. Kasumov K.A., Aleksandrov B.L., Dergunov Je.N., Asrjan S.M. Izuchenie AVPD metodami promyslovoj geofiziki na mestorozhdenijah Azerbajdzhana s pomoshh'ju JeVM. Sb. Razvedochnaja geofizika, vyp. 99, M., Nedra, 1984g.

28. Kasumov K.A., Dergunov Je.N., Aleksandrov B.L. Priroda anomal'no-vysokih plastovyh davlenij v razrezah mestorozhdenij Kjurovdag i Karabagly Prikurinskoj nizmennosti. Zhurnal «Geologija nef'ti i gaza», №8, 1976 g., s.39-43.

29. Kovalevskij S.A. Grjazeveye vulkany Juzhnogo Prikaspija. (Azerbajdzhan i Turkmenija). Baku, Izd-vo «Azgostopteizdat», 1940.

30. Melik-Pashaev V.S. Geologija morskikh nef'tjanyh mestorozhdenij Apsheronского arhipelaga. M., Izd-vo «Gostoptehizda», 1960.

31. Rahmanov R.R., Kasumov K.A., Aleksandrov B.L., Dergunov Je.N. Izuchenie AVPD v razrezah .neftjanyh mestorozhdenij Kjurovdag i Karabagly po dannym promyslovoj

geofiziki s cel'ju vybora optimal'nyh uslovij provodki skvazhin . Zhurnal «Azerbajdzhanskoe neftjanoe hozjajstvo»,№1, 1976g, g. Baku, s.18-22.

32. Slovar' po geologii nefti. Izdanie vtoroe, ispravlennoe i dopolnennoe. Pod redakciej chlena-korrespondenta Akademii nauk SSSR M.F. Mirchinka. L. Gostoptehizdat, 1958, 776 s.

33. Jusufzade H.B., Kasumov K.A., Aleksandrov B.L., Dergunov Je.N. Izuchenie i prognozirovanie AVPD po dannym promyslovoj geofiziki (na primere ploshhadi Bulla-more) Zhurnal «Azerbajdzhanskoe neftjanoe hozjajstvo»,№ 5, 1976g, g. Baku., s. 1-8.

34. Jakubov A.A., Dadashev F.G., Zejnalov M.M., Gadzhiev Ja.A., Magerramova F.S., Razzhivina L.A. O novejsih izverzhenijah vulkanov jugo-vostochnoj chasti bol'shogo Kavkaza. Baku, Izd.-vo «Jelm»,1970.

35. Jakubov A.A. Grjazevyje vulkany Azerbajdzhana i ih svjaz' s neftjanymi mestorozhdenijami. Izd-vo AN Azerb. SSR, 1948.