

УДК 662.337.2:553.98.061.17

О. Р. АББАСОВ, доцент, провідний науковий співробітник відділу “Муловий вулканізм” (Інститут геології і геофізики НАН Азербайджану), ortal80@bk.ru, ORCID-0000-0003-2135-7984

ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗПОДІЛУ Й ГЕОХІМІЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦІВ АЗЕРБАЙДЖАНУ

ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И ГЕОХИМИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ АЗЕРБАЙДЖАНА

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

В статье рассмотрены более 60-ти проявлений горючих сланцев Азербайджана, связанных с геологическими образованиями мел-миоценового возраста. Изучены сланцы из обнажений и выносов грязевых вулканов, выявлены закономерности их пространственного распределения в пределах нефтегазоносных районов, геохимические особенности в аспекте генетической связи сланцев с формированием углеводородов. Выполнен сравнительный анализ изученных горючих сланцев с таковыми зарубежных стран и установлено, что азербайджанские сланцы по основным показателям (органическое вещество, сера, зольность, теплота сгорания) превосходят сланцы большинства стран с развитой сланцевой промышленностью.

Ключевые слова: Азербайджан, горючие сланцы, закономерность распределения, геохимия, органическое вещество, нефтяные и химические продукты, сланцевый газ.

O. R. Abbasov, Associate prof., leading scientific researcher of the department of “Mud volcanism” (Institute of Geology and Geophysics of Azerbaijan National Academy of Sciences), ortal80@bk.ru, ORCID-0000-0003-2135-7984

DISTRIBUTION REGULARITIES AND GEOCHEMISTRY OF OIL SHALES IN AZERBAIJAN

More than 60 manifestations of oil shales, related to geological formations of the Cretaceous-Miocene in Azerbaijan were considered in the paper. Oil shales from outcrops and ejected products of mud volcanoes were studied according to their distribution regularities in oil and gas bearing areas, and geochemical features in the aspect of the genetic association with the formation of hydrocarbons. A comparative analysis of Azerbaijan and foreign countries oil shales were carried out in terms of basic parameters (organic matter, sulfur, ash content, calorific value) and it were established that oil shales of Azerbaijan exceed the shales of those countries which is well-known with its oil shale industry.

Keywords: Azerbaijan, oil shale, distribution regularity, geochemistry, organic matter, oil and chemical products, shale gas.

Введение и исторический обзор

В Азербайджане, наряду с широко известными нефтяными и газовыми месторождениями, имеются и многочисленные нетрадиционные (альтернативные) источники топливно-энергетического сырья, главными из которых являются природные битумы, горючие сланцы, газогидраты и др.

В настоящее время в ряде стран мира горючие сланцы активно используются в качестве сырья для получения сланцевого газа (США, Канада, Китай и др.), на теплоэлектрических станциях (Эстония, Китай, Германия и др.), в производстве цемента (Эстония, Китай, Германия) и сельскохозяйственных удобрений (Эстония, Швейцария), в медицине для производства ихтиоловой мази и нашатырного спирта (Франция, Россия, Китай), получения химических продуктов (Китай, Эстония, Россия) и в других областях [1, 3, 5, 7, 8, 16, 23, 26, 35]. В Китае горючие сланцы также используются в изготовлении 45 видов нефтепродуктов [3, 5, 26, 27, 37].

Исследования горючих сланцев в Азербайджане проводились еще в начале прошлого века [13, 14]. Более подробно их начали изучать в 2000 году ученые Института геологии и геофизики Национальной академии наук Азербайджана. Сотрудники отдела “Грязевой вулканизм” исследовали геолого-геохимические свойства, а также прогнозные ресурсы горючих сланцев [1, 3, 5, 7, 8, 21–26, 34, 35, 37].

Закономерности распределения горючих сланцев

Наибольшее распространение горючие сланцы в республике получили в Шамахи-Гобустанском, Апшеронском, Прикаспийско-Губинском, Исмаиллинском и др. районах [1, 3, 5, 7–9, 18–27, 34, 35, 37]. Здесь насчитывается более 60-ти проявлений (поверхностных) (рис. 1), распределенных в широком стратиграфическом интервале геологического разреза мел-миоцен.

Шамахи-Гобустанский район

Район охватывает юго-восточное окончание Большого Кавказа и имеет сложное геолого-тектоническое строение. Здесь находится около 120-ти грязевых вулканов и около 40 проявлений горючих сланцев.

Изученные проявления горючих сланцев расположены в основном в Центральном Гобустане и Шамахинской зоне, в геологическом строении которых участвуют отложения мезокайнозойского возраста. Герадиль-Масазырской разломной зоной и Гуджур-Гызылдашским надвигом Гобустан разделен на два микроблока: центральный (Баянатинский) и южный (Торагайский) (рис. 2).

Горючие сланцы Северного Гобустана мелового возраста не имеют промышленной ценности [3, 24, 26, 28].

Центральный Гобустан охватывает территорию, относящуюся к Баянатинскому микроблоку. Мощность палеоген-миоценовых отложений здесь составляет 2,5–4,5 км. В Северном Гобустане отложения того же возраста к северу от Герадиль-

Масазырской разломной зоны расположены под верхнемеловыми флишеидными отложениями (аллохтон). Принято считать, что палеоген-миоценовые отложения Баянтинского микроблока, находящиеся между карбонатными комплексами верхнемеловых отложений аллохтона и кайнозойскими отложениями автохтона, оказались в благоприятной тектонической обстановке для накопления необходимых в образовании горючих сланцев органических веществ. Эти отложения, накопленные с кратковременными геохронологическими перерывами, в последующие этапы в результате динамометаморфизма подверглись процессу образования сланцев.

Согласно пространственно-временному распределению развитие горючих сланцев на территории Центрального Гобустана связано с перерывами в накоплении органических остатков в процессе литогенеза, которые начались во временном интервале со среднего эоцена, продолжались в майкопе и конке и закончились в меотисе.

В пространственном распределении горючих сланцев наблюдается следующая закономерность. В юго-восточном направлении количество проявлений увеличивается, а прогнозные ресурсы уменьшаются. Проявления, относящиеся к категории месторождений (К. Сияки, Б. Сияки, Джангидаг, Джангичай и др.), находятся ближе к центру района.

В целом количество проявлений горючих сланцев Гобустана и их прогнозные ресурсы уменьшаются в направлении от центра к юго-востоку региона.

Апшеронский район

В геологическом строении Апшеронского района, охватывающего запад Апшеронского п-ова, участвуют обломочно-карбонатные породы миоцена. Здесь установлено более 15-ти поверхностных проявлений горючих сланцев. Они связаны в основном с отложениями верхнего майкопа, конки и меотиса.

Условная граница между глинистой и песчано-глинистой фациями верхнего майкопа прослеживается по направлению

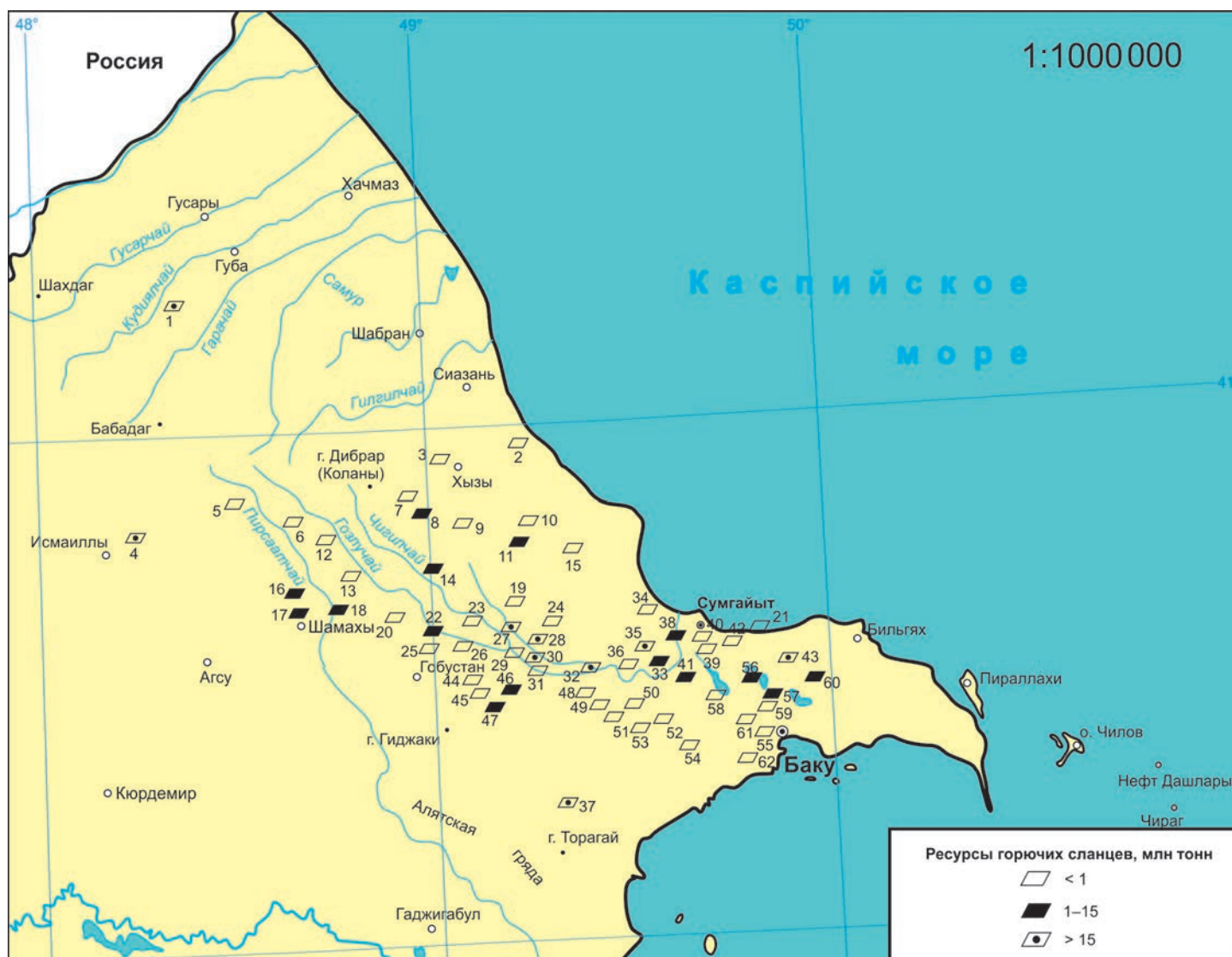


Рис. 1. Ресурсы горючих сланцев Азербайджана [19]

- 1 – Губа; 2 – Зарат; 3 – Бахышлы; 4 – Дияллы; 5 – Хейбери; 6 – Гызмейдан; 7 – Алтыагач; 8 – Кемишдаг; 9 – Амбизлар; 10 – Чаргышлаг; 11 – Кюркечидаг; 12 – Тальшнуру; 13 – Хильмилли; 14 – Агдере; 15 – Яшма; 16 – Ангихаран; 17 – Шамахи; 18 – Арабшалбаш; 19 – Шабандаг; 20 – Джеирли; 21 – Горадил; 22 – Гараджа; 23 – Тува; 24 – Гибледаг; 25 – Ахудаг; 26 – Шаиблар; 27 – Кичик Сияки; 28 – Бёюк Сияки; 29 – Гараехуш; 30 – Джангидаг; 31 – Джангичай; 32 – Кечаллар; 33 – Пирекяшкюль; 34 – Агбурун; 35 – Исламдаг; 36 – Маяш; 37 – Гейтепе; 38 – Оржандаг; 39 – Сарай; 40 – Джорат; 41 – Гюздек; 42 – Кечалдаг; 43 – Фатмаи; 44 – Байгушлу; 45 – Алагышлаг; 46 – Гярыгышлаг; 47 – Байгушгя; 48 – Сюнгур; 49 – Баяната; 50 – Сарыдаг; 51 – Гырдаг; 52 – Шорбулаг; 53 – Космалы; 54 – Учтеле; 55 – Гараэйбат; 56 – Масазыр; 57 – Бинагади; 58 – Хырдалан; 59 – Зигильпири; 60 – Гырмаки; 61 – Шабандаг; 62 – Атешгях

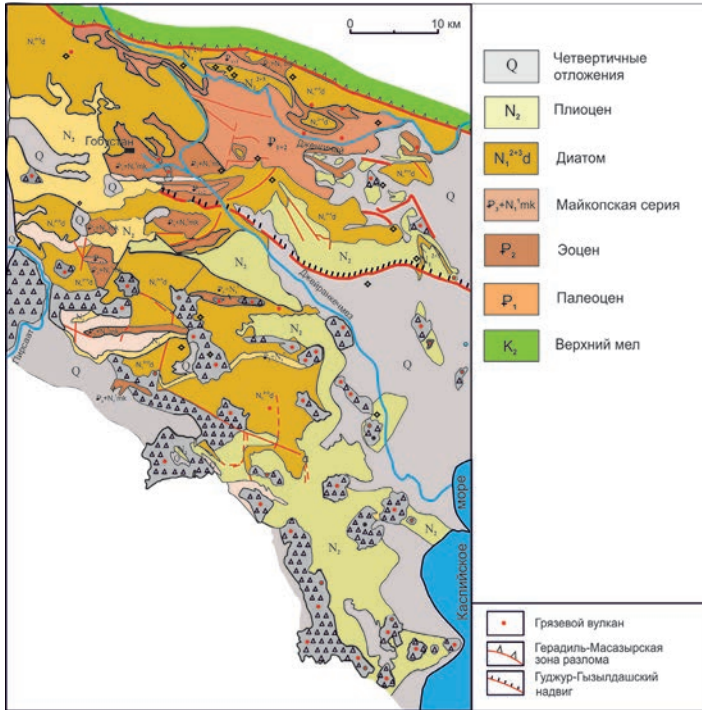


Рис. 2. Геологическая карта Губстана [24]

северного крыла Шорбулагской складки, через г. Гараэйтбат, Боздаг-Губу и далее на юго-восток к мысу Пута. Глинистая фация верхнего майкопа здесь развита в северной, северо-западной частях полуострова и связана с характером складчатости – явлением диапиризма, слагая сводовые части складок. Наиболее представительным является разрез горизонта рики (майкоп) на северном склоне г. Учтепе-Шорчала, где его мощность составляет 112 м и он представлен чередованием крутопадающих (84°) пластов листоватых темных, шоколадно-бурых глин, часто с прослоями черных битуминозных горючих сланцев.

Сланцевая фация конкского горизонта развита в пределах Западного Апшерона на площадях Шорбулаг и Гараэйтбат мощностью 30 м. Пачка белесоватых листоватых сланцев отмечена в Учтепе-Ильхидагской синклинали и в 2 км к северо-западу от ст. Гюздек в пределах юго-восточного окончания северо-восточного крыла Гейтепинской складки. Здесь в 120-метровой толще караган-конкских отложений прослеживается пачка серых, коричнево-серых листоватых сланцев мощностью 18,7 м. В пределах южной периклинали Кечалдаг-Зигилпиринской складки обнажены караган-конкские отложения с частыми прослоями горючих сланцев, прослеживающиеся на несколько километров; около г. Зигилпири в разрезе мощностью 26 м выделены семь прослоев серых, темно-серых глинистых сланцев. Кроме того, они зафиксированы также к югу от с. Масазыр и к северу от грязевого вулкана Кечалдаг, в западной части оз. Ширинноур, протяженностью 1,5 км. Далее к востоку от с. Бинагады сланцы отмечены в 125–130-метровой пачке караган-конкских отложений [7, 8].

В северо-западной и северной частях Апшеронского полуострова горючие сланцы установлены в разрезах северо-восточных крыльев Фатмаинской, Орджандагской и Саринской складок. Общая мощность конкского горизонта в этой зоне составляет 20–25 м. На Апшеронском полуострове горючие сланцы в разрезах меотиса по всей площади распространения характеризуются различными мощностями.

В пределах южной части Западного Апшерона пиробитуминозные листоватые глинистые сланцы отмечены в

районе Шорбулага, в синклиналих Космалидаг и на значительной части возвышенности Дамламаджа вплоть до г. Гараэйтбат. Далее они распространены на площадях Атешгях, Хырдалан, Шабандаг, Бинагады и к северу от грязевого вулкана Кейреки, в районе Керпюкшорской синклинали [18]; сланцы мощностью 4,5 м прослеживаются также более чем на 1,5 км к западу от с. Масазыр и в районе ст. Гюздек.

Прикаспийско-Губинский район

Верхнемеловые залежи горючих сланцев в основном расположены на северо-восточном крыле Заратской синклинали. Наиболее изученный разрез на реке Атачай у села Бахышлы в Хызинском районе мощностью 27 м представлен темно-серыми битуминозными мергелями, черными горючими сланцами мощностью 4,5 м и bentонитами. Битуминозные горючие сланцы отмечены также в разрезе нижнего мела (альбский ярус) юго-восточной периклинали Кемчинской складки толщиной 3,5 м, а также в районе Алтыгагач.

Эоценовые отложения в районе представлены в двух литофациях: битуминозные мергели на северо-западе (от р. Самур до г. Шабран) и глинистые горючие сланцы на юго-востоке. Мощность среднего эоцена в этой полосе не превышает 40–50 м. Здесь наблюдаются в основном незначительные выходы горючих сланцев, не представляющие особого практического значения. Тонкие пропластки пиробитуминозных сланцев встречаются также в разрезах некоторых скважин (Сиазань, Саадан и Шурабад) [9].

Листовые сланцы в отложениях конки мощностью от 8 до 15 м отмечены на Чандагарском побережье, а в меотисе сланцеватые глины встречаются только на юго-востоке района в Шурабаде. На площади Яшма в толще глин меотиса выделяются два прослоя пиробитуминозных сланцев.

Губинское месторождение горючих сланцев Ханагах расположено в 25 км южнее г. Губа. Сланценосный интервал разреза приурочен к низам верхнего сармата мощностью от 27 до 255 м, чередующимся с пластами сильнобитуминозных глин, почти не отличающихся от горючих сланцев. Практический интерес представляет отрезок полосы развития верхнесарматских отложений протяженностью 29 км, вытянутый в северо-западном и юго-восточном направлении от р. Кудиалчай до р. Вельвеличай (рис. 3), хотя отдельные выходы горючих сланцев встречаются и до р. Пильгилчай. К северо-западу от р. Кудиалчай горючие сланцы выступают

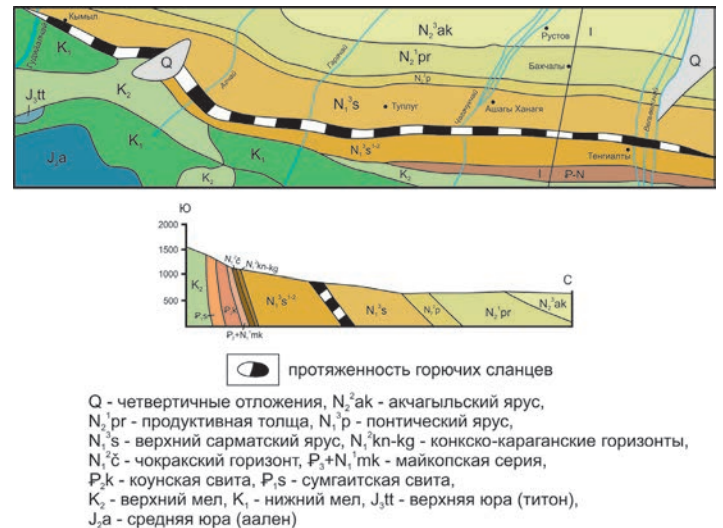


Рис. 3. Схематическая геологическая карта и профиль Губинского месторождения горючих сланцев

отдельными пятнами на водоразделе Гусарчай-Тагерджалчай и у с. Аных [7, 19, 20]. В этом направлении увеличивается и общая мощность верхнего сармата до 1350 м, наблюдается трансгрессивное его залегание на среднем и нижнем сармате. Листовые черные сланцы в разрезе имеют моноклиналиное залегание.

Более крупные проявления изучены в междуречье Вельвеличай и Гарачай. Здесь выделяются три площади, содержащие горючие сланцы с наиболее благоприятными свойствами для практического использования. Первая площадь длиной 4,7 км включает 11 прослоев горючих сланцев. Вторая площадь длиной 3 км расположена между р.р. Камалчай и Чагачукчай и содержит 14 прослоев. Третья площадь длиной 1,5 км находится на правом берегу р. Гарачай и включает 16 прослоев горючих сланцев.

Исмаиллинский район

В Исмаиллинском районе горючие сланцы связаны с Дияллинским месторождением, расположенным в 7 км к востоку от г. Исмаиллы, в 1,5 км северо-восточнее с. Дияллы в сильно пересеченной лесистой местности. В тектоническом отношении район относится к сложнопостроенной Вандам-Лагичской зоне, где в верхнесарматское время существовали благоприятные геолого-геохимические условия для накопления пиробитуминозных сланцев. Основным структурным элементом является опрокинутая на юг антиклинальная складка северо-западного простирания с разорванным по сбросу южным крылом с углами падения 50–55°. Ядро складки на западе сложено породами верхнего мела, на юго-востоке – майкопскими и верхнесарматскими отложениями. Севернее этой складки на расстоянии 1,5 км находятся две мульды, сложенные также отложениями сармата, к которым и приурочено Дияллинское месторождение. Мощность сланценосной толщи – 300–370 м, на севере она находится под известняками свиты кемчи (турон-коньяк). В основании разреза верхнего сармата залегает пачка базальных конгломератов мощностью до 70 м, под которой прослеживается пачка слоистых глин с прослоями песчаников и горючих сланцев. Последние приурочены к верхней половине разреза, они черного и светло-бурого (выветренные) цветов, протяженностью 1,5 км и содержат 12 прослоев сланцев [17] (рис. 4).

Геохимические свойства горючих сланцев

Выполнен геохимический анализ горючих сланцев из различных выходов вышеуказанных районов Азербайджана. Исследования показали, что несмотря на сравнительно высокое количество сланцевой золы (до 70 %), они не теряют способность к горению [3].

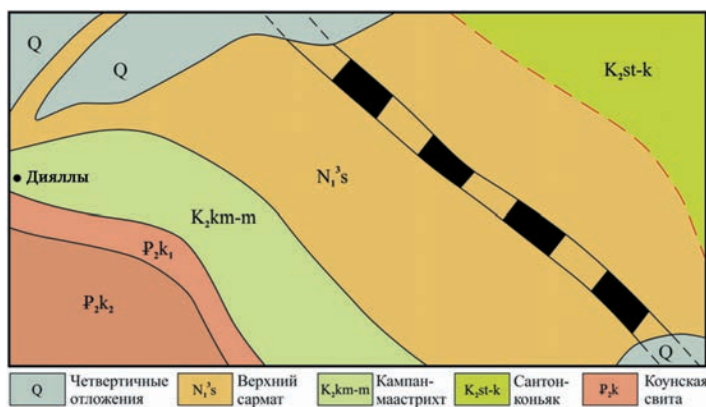


Рис. 4. Схематическая геологическая карта Дияллинского месторождения горючих сланцев

На основании геохимических анализов горючих сланцев месторождения Дияллы при низкотемпературном пиролизе количество битумов – 0,52–4,72 %, газов – 3,04–6,0 % и серы – 0,36–0,92 % (табл. 1). Незначительное содержание серы в составе сланцев является важным фактором с экологической точки зрения.

Кроме того, проведено сравнение геохимических особенностей горючих сланцев различных регионов страны. Особое внимание привлекло количество масляной фракции в битумах месторождения Дияллы (48,49 %) и Джангичай (67,45 %) (табл. 2).

Высокое содержание масляной фракции позволяет использовать горючие сланцы не только как топливное сырье, но и в некоторых областях нефтехимической промышленности.

В минеральной части изученных горючих сланцев определены более 10-ти микроэлементов (табл. 3).

Сравнительный анализ горючих сланцев Азербайджана и 16 зарубежных стран (Китай, Румыния, Германия, Бразилия, Россия, Франция, США и др.) по основным показателям их качества засвидетельствовал, что горючие сланцы месторождений и проявлений Азербайджана (Губа, Дияллы, Беюк и Кичик Сияки, Джангичай, Джангидаг и Кечаллар)

Таблица 1. Основные геохимические показатели горючих сланцев месторождения Дияллы

№ п/п	Показатели, %	Образец				
		14	23	29	30	31
1	Органическое вещество	19,97	23,28	27,35	27,88	27,17
2	Зольность	76,85	71,09	69,42	69,46	69,84
3	Карбонатность	–	1,8	0,89	1,0	1,2
4	Сера	0,49	0,92	0,36	0,37	0,38
5	Кероген	14,02	18,66	25,30	25,63	25,12
6	Смолы	0,52	4,72	1,99	2,20	0,59
7	Газ	4,47	4,79	6,00	3,04	4,48
8	Уголь	2,94	3,31	6,03	6,41	4,87

Таблица 2. Сравнительный анализ битума горючих сланцев Дияллы и Джангичай

№ п/п	Компонентный состав	Горючие сланцы Дияллы, %	Горючие сланцы Джангичай, %
1	Асфальтены	0,32	4,87
2	Масла	48,49	67,45
3	Смолы бензолные	1,77	12,41
4	Смолы спирт-бензолные	0,77	4,31

Таблица 3. Микроэлементный состав горючих сланцев [26]

Площадь	Микроэлементы, г/т										
	Sr	Ba	Cu	Zn	V	Cr	Mo	Mn	Fe	Co	Ni
Джангичай (юг)	220	170	26	160	116	20	4	240	3,36	11	9
Джангичай (север)	168,5	145	77	245,5	103	23	5	185	3,87	17,9	13
Джангидаг	350	400	16	236	140	36	<1	960	3,40	17	10
Баяната	305	188	68	319	129	20	8	243	3,75	9	14,7

имеют большую промышленную ценность и превосходят по многим показателям горючие сланцы большинства стран с развитой сланцевой промышленностью, за исключением высококалорийных сланцев Эстонии и Австралии (месторождение Сидней) (табл. 4).

Наряду с поверхностными выходами горючих сланцев изучены сланцы из выносов грязевых вулканов Азербайджана.

Территория Азербайджана является уникальным и классическим регионом широкого развития грязевого вулканизма. Вулканы расположены в нефтегазоносных районах. Породы, выносящиеся на земную поверхность грязевыми вулканами, связаны с различными глубинами (до 6–8 км). Среди выбросов грязевулканической брекчии встречаются также богатые органическим веществом (ОВ) горючие сланцы палеоген-миоценового возраста. Лабораторный анализ этих пород дает положительный результат для поиска глубокопогруженных (эоцен-миоцен) углеводородных месторождений в исследуемых районах [2, 12, 15, 29–33, 38, 39].

С этой целью был проведен геохимический анализ горючих сланцев эоценового возраста и майкопской серии, вынесенных на земную поверхность грязевыми вулканами, расположенными на территории Центрального и Южного Гобустана. Количество органического вещества в составе горючих сланцев – выбросов грязевых вулканов (Пирекяшкюль, Вейс и др.) Баянатинского микроблока (за исключе-

Таблица 4. Сравнительный анализ геохимических особенностей горючих сланцев Азербайджана и зарубежных стран [5]

Месторождения	Органическое вещество, %	Сера, %	Зольность, %	Теплота сгорания, мДж/кг
Азербайджан	15,0–31,0	0,4–1,2	65,0–85,0	6,0–12,0
Зарубежные страны	12,0–28,0	0,7–6,0	51,0–79,0	4,0–10,5

нием грязевого вулкана Шихзарли) – значительно выше, чем на других территориях. Количество органического вещества в их составе – в пределах 7,56–42,55 % [31] (рис. 5).

Наибольшее количество растворимых органических веществ установлено в образце сланца грязевого вулкана Гушчу – 8,34 % (кероген – 34,02 %). Сравнительно меньшим количеством ОВ характеризуются сланцы грязевых вулканов Чапылмыш и Чеилдаг (0,56 %). Большая их часть определена в составе керогена (табл. 5).

Как известно, формирование и распределение органического вещества зависит в основном от процессов, происходящих в заключительной стадии диагенеза, и в некоторой степени от специфики свойств материнского вещества [36]. С целью объяснения процесса катагенеза проводился термический анализ горючих сланцев.

Таблица 5. Органическое вещество горючих сланцев – выбросов грязевых вулканов Гобустана

Грязевые вулканы	Количество растворимого органического вещества, %		Количество керогена, %
	Хлороформ	Спирт-бензол (1:1)	
Шихзарли	0,44	0,97	6,15
Пирекяшкюль	1,00	0,61	19,97
Вейс	0,51	0,42	16,85
Гушчу	2,54	5,80	34,02
Чапылмыш	0,34	0,22	27,31
Сулейманахтарма	1,12	0,62	8,75
Чеилдаг	0,18	0,38	9,35
Галендарактарма	1,04	0,74	6,12
Шекихан	0,59	0,50	10,36
Агтирме	1,16	0,48	8,47
Солахай	0,82	1,05	9,88
Дашгил	0,72	0,56	10,02
Айрантекен	0,93	1,02	8,96
Дурандаг	1,01	0,52	12,35
Готур	1,22	0,55	10,06

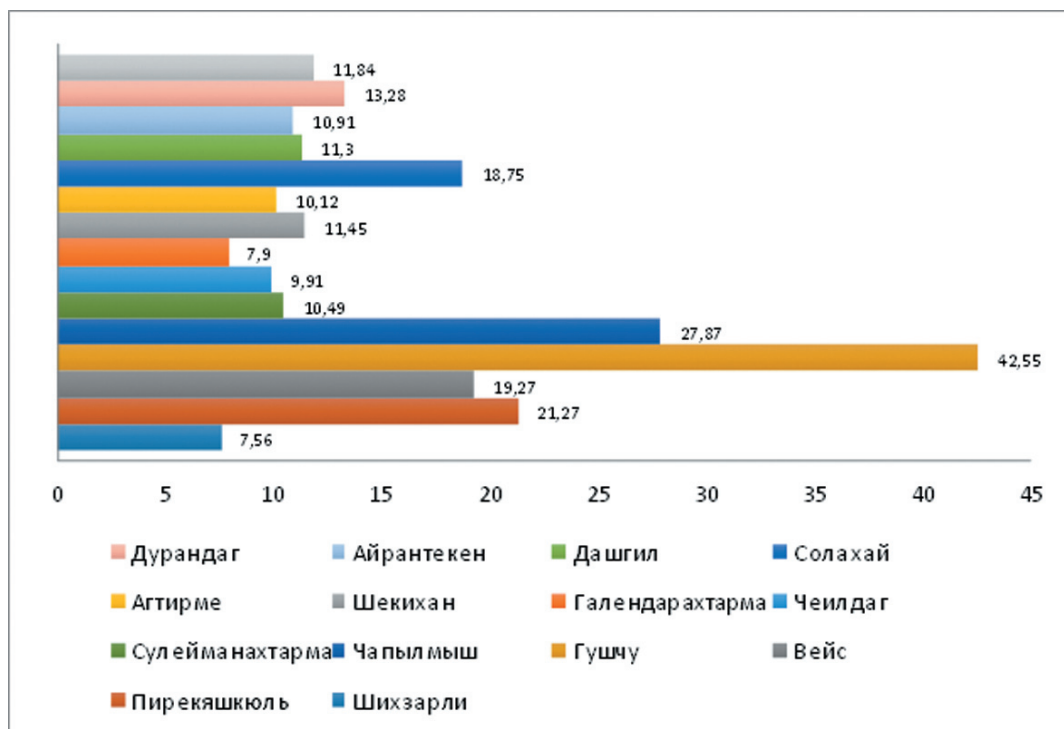


Рис. 5. Количество органического вещества в горючих сланцах грязевых вулканов Гобустана

Термолиз горючих сланцев из различных грязевых вулканов показал их максимальную температуру горения. Образцы с большим содержанием ОВ характерны для грязевого вулкана Гүшчу, они горят поэтапно при температуре 300, 400 и 500 °С. Сланцы из выбросов грязевых вулканов Чапылмыш (400 °С) и Вейс (200–400 °С), содержащие также сравнительно большое количество ОВ, аналогично теряют в массе при сгорании (рис. 6, 7).

Органическое вещество как основная часть углеводорода подвергается незначительным изменениям. С увеличением температуры происходит разрыв гетероатомной связи между ядрами. В результате освобождения высокомолекулярных гетероатомных продуктов, растворимых в растворителе, образуются схожие со смолой и асфальтенами продукты. Кероген теряет легкую часть (СН₄, Н₂О, СО₂ и С₂Н₆) и наблюдается высокая степень ароматизации. Впоследствии происходит изменение керогена и образование высокомолекулярного гетероатомного соединения и от него сравнительно маленьких молекул. В достаточно зрелой структуре керогена ароматические пластиковые слои, образуя субпараллельные ряды, способствуют упорядоченности между слоями. Во время изменения содержащегося в горючих сланцах органического вещества под влиянием температуры материнские породы подвергаются каталитическому воздействию и этот процесс ускоряется. При этом в карбонатных породах образуется конденсированное органическое вещество ароматической или алифатической структуры. В связи с недостатком полиароматических групп и гетероатомной связи в органическом веществе алифатической структуры характерной ее особенностью является избыток Н₂ и дефицит О₂.

Поскольку для органических веществ ароматической структуры характерно большое количество полиароматических и содержащих О₂ функциональных групп, длинные цепи алканов и нефтяные кислоты становятся второстепенными, а группы гетероатомного кетона и карбоксила составляют большинство. Содержание в таких соединениях гетероатомных органических веществ под влиянием температуры ускоряет их распад. В связи с небольшим содержанием гетероатомных соединений в органических веществах алифатической структуры требуется дополнительная температура. Таким образом, органические вещества, теряющие в массе при высоких температурах, соответствуют алифатическим структурам, а при низких температурах (200 °С) – структурам ароматического типа.

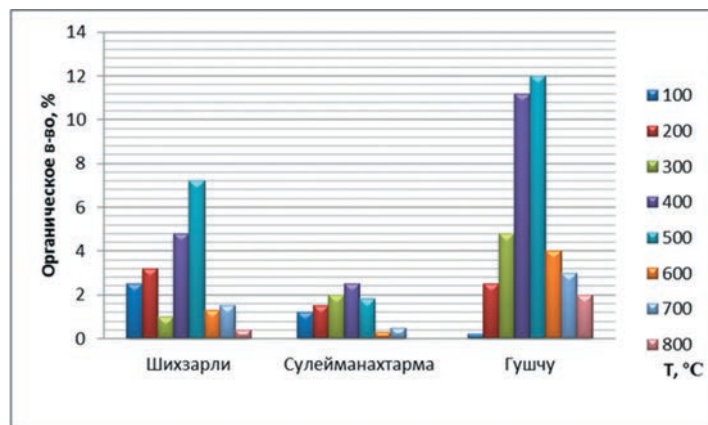


Рис. 6. Результаты термического анализа горючих сланцев, выбросов грязевых вулканов Шихзарли, Сулейманахтарма и Гүшчу

Аналитические исследования показали, что в процессе термолиза интервал максимальной потери массы зависит от структурного строения органического вещества, первичных веществ, геологических условий, а также термокаталитических воздействий и т. д.

При рассмотрении результатов ступенчатого термоанализа наблюдаются определенные закономерности. В процессе двухступенчатого сухого пиролиза при низких температурах можно наблюдать увеличение количества битумов и пиролизной воды, а с ростом температуры – и увеличение количества газа. В стабильных условиях при постоянной температуре крупные макромолекулы структуры керогена не изменяются. При высоких и низких температурах четко наблюдается процесс газообразования.

Таким образом, с увеличением температуры на заключительном этапе в процессе карбонизации происходит полный распад органического вещества. Битум, полученный в лабораторных условиях в результате пиролиза образцов проб, доказывает содержание нефти и газа в данных породах.

Образцы с различных вулканов (Вейс, Гүшчу, Пирекяшкюль, Галендарахтарма и др.) при 500 °С образуют вещество схожее с нефтью (табл. 6). При более высоких температурах был получен газ. В некоторых образцах, наряду с ОВ, встречаются и неорганические соединения.

В процессе термообработки керогена его разложение продолжается покрывающими друг друга ступенями и процесс происходит следующим образом (рис. 8).

По количеству продуктов, полученных из горючих сланцев, можно судить о структуре органического вещества. Среди продуктов горючих сланцев одних грязевых вулканов присутствуют преимущественно смолистые компоненты, что свидетельствует об алифатической структуре ОВ, других – газ и легкие углеводороды, что указывает на их ароматическую структуру и нашло подтверждение и по данным пиролиза.

Грязевые вулканы выносят на земную поверхность также нефтесодержащие породы [4, 10–12, 15, 20, 29, 33, 34, 38]. Они в отличие от горючих сланцев относятся к более молодым отложениям (миоцен). Мы провели аналитические исследования этих пород. В результате экстракции хлороформом битумсодержащих пород грязевых вулканов Айрантекен, Солахай и др. было получено схожее с нефтью соединение плотностью 1,1 кг/м³, что превышает удельный вес природной нефти. Основная часть битумов представлена асфальтенами (42,52–47,15 %), а масляная фракция – в пределах 26,86–37,96 % (табл. 7).

По результатам хроматографического анализа масляной фракции установлено, что основную часть битума составля-

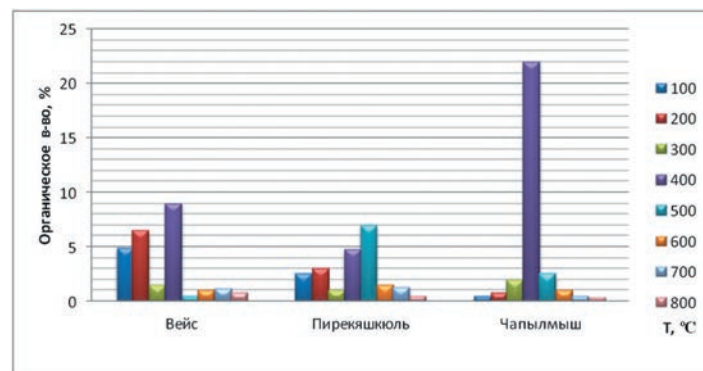


Рис. 7. Результаты термического анализа горючих сланцев, выбросов грязевых вулканов Вейс, Пирекяшкюль и Чапылмыш

Таблиця 6. Двухступенчатый пиролиз горючих сланцев из выбросов грязевых вулканов Гобустана

Грязевые вулканы	500–550 °С			800–850 °С		
	Пиролизная вода, %	Битум, %	Газ, %	Пиролизная вода, %	Битум, %	Газ, %
Шихзарли	0,24	3,21	3,13	0,84	–	2,64
Пирекяшкюль	0,42	4,12	4,53	0,32	0,42	2,81
Вейс	4,25	5,60	6,31	–	–	1,19
Гушчу	1,35	6,18	17,69	0,32	–	11,77
Чапылмыш	0,12	1,20	24,0	1,27	–	2,81
Сулейманяхтарма	0,81	3,87	2,34	0,43	–	2,27
Галендарахтарма	0,25	4,15	2,12	0,33	–	2,11
Дашгил	1,80	3,12	7,01	–	–	0,80
Дурандаг	2,78	3,38	4,17	–	–	1,30
Готур	0,56	0,45	10,67	–	–	5,53

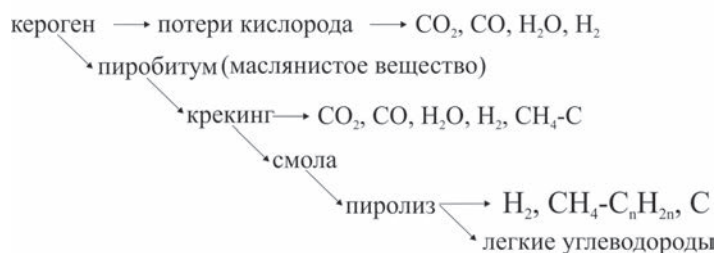


Рис. 8. Этапы разложения керогена в процессе термообработки

ют моноциклические углеводороды (56,0–75,50 %) (табл. 8). В схожих с нефтью соединениях метан-нафтеносые углеводороды сравнительно меньше ароматических (11,21–18,06 %). Парафиновые углеводороды почти отсутствуют.

Также мы сравнили тяжелые фракции битумов, полученные в результате пиролиза сланцевых пород, с теми же фракциями битумов после экстракции и установили их идентичность.

Заключение

Анализ объектов горючих сланцев в Азербайджане показывает, что наибольшее их проявление отмечено в Гобустане и на Апшероне в среднеэоценовых (коун) и верхнемиоценовых (меотис) отложениях. Горючие сланцы месторождения Дияллы – сарматского возраста. Установлено, что сравнительно значительные их скопления, выдержанные по протяженности и мощности, наблюдаются в крупных синклиналиях или мульдах; на северных участках Гобустана они опоясывают ядра синклиналей или реже их слагают (Чаркишлакская, Амбизлярская, Шахандагская, Агбурунская и т. д.); южнее они слагают крылья синклинальных складок (Кичик Сяйки, Беюк Сяйки, Маяш, Джангидаг, Исламдаг) и крылья антиклиналей (Бурансыз-Баяната, Джангичай).

Одна из существенных особенностей залегания горючих сланцев – сосредоточенность различных по возрасту сланцевосодержащих отложений в пределах близко расположенных

Таблиця 8. Фракционный состав битумов грязевых вулканов Гобустана

Углеводороды	Грязевые вулканы					
	Солахай (Ю-З крыло)		Солахай (С-В крыло)		Айрантекен (Ю-В крыло)	
	Битум, %	Масляная фракция, %	Битум, %	Масляная фракция, %	Битум, %	Масляная фракция, %
Метан-нафтеносые	6,53	18,06	–	–	4,24	11,21
Ароматическая						
Моноциклические	20,35	56,0	20,30	75,59	25,20	66,37
Бициклические	1,65	4,52	1,08	4,03	3,42	9,0
Полициклические	4,31	11,87	4,43	16,48	2,78	7,32
Низкомолекулярные смолы	3,53	9,70	1,05	3,90	2,32	6,10

Таблиця 7. Компонентный состав битумосодержащих пород – выбросов грязевых вулканов Гобустана

Компоненты, %	Грязевые вулканы		
	Солахай		Айрантекен
	Ю-З крыло	С-В крыло	
Битум	3,72	7,09	4,54
Асфальтены	46,0	47,15	42,52
Смолы бензолные	3,24	10,58	9,37
Спиртобензолные	14,38	15,12	10,14
Масляная фракция	36,38	26,86	37,96

друг от друга площадей (Кичик Сяйки, Беюк Сяйки, Исламдаг, Байгушкая, Учтепе и т. д.). Такое расположение проявлений горючих сланцев создает условия для совместной открытой разработки, что представляет практический интерес с экономической и экологической точек зрения.

Установлено, что кероген горючих сланцев из выбросов грязевых вулканов Чапылмыш, Готур и др. принимает активное участие в процессе нефтегазообразования, в других (Гушчу, Вейс, Пирекяшкюль, Галендарахтарма и др.) – более пассивное.

Результаты геохимических анализов горючих сланцев указывают на изменение органического вещества на этапе катагенеза. Длинные алифатические связи С–С нарушаются, органические вещества в составе керогена и минералы отделяются друг от друга и весь процесс заканчивается образованием углеводородов.

Геолого-геохимический анализ сланцевых пород, а именно выбросов грязевых вулканов Вейс, Пирекяшкюль и др. палеоген-миоценового возраста в Центральном Гобустане показал экономическую перспективность этой зоны с точки зрения получения сланцевого газа.

В связи со зрелостью керогена горючих сланцев эоцена и майкопской серии в Южном Гобустане (грязевые вулка-

ны Дашмардан, Сулейманахтарма и др.) их потенциал для генерации углеводородов считается более перспективным. Кроме того, сравнительный анализ битумов, полученных из керогена горючих сланцев в отложениях эоцен-майкопского возраста и тяжелых фракций битумов (асфальтены) из нефтяных пород миоценового возраста, указывает на их генетическую связь. Предполагается возможность формирования углеводородов в отложениях эоцен-майкопа и их миграция в коллекторы миоцена.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Аббасов О. Р.* Геохимические особенности горючих сланцев палеоген-миоценовых отложений Гобустана (Азербайджан)//Материалы XVI конференции молодых ученых, посв. памяти член-корр. АН СССР проф. К. О. Кратца. – Апатиты, 2005. – С. 97.
2. *Аббасов О. Р., Ибадзаде А. Д., Хасеева А. Б.* и др. Углеводородный потенциал глубокопогруженных отложений Гобустана (Азербайджан) (на основе горючих сланцев и нефтеносных пород, выбросов грязевых вулканов)//Ресурсовоспроизводящие, малоотходные и природоохранные технологии освоения недр. Материалы XIV Международной конференции. – 2015. – С. 342–343.
3. *Аббасов О. Р., Мамедова А. Н., Гусейнов А. Р.* и др. Некоторые новые данные геохимических исследований горючих сланцев Азербайджана//Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2013. – № 2. – С. 32–35.
4. *Алиев Ад. А.* Нетрадиционные топливно-энергетические ресурсы Азербайджана//Минеральные ресурсы Украины. – Киев. – 2016. – № 4. – С. 32–38.
5. *Алиев Ад. А., Аббасов О. Р.* Альтернативные топливно-энергетические ресурсы Азербайджана//Наследие. Международный Азербайджанский журнал. – 2016. – № 2 (80). – С. 56–62.
6. *Алиев Ад. А., Байрамов А. А.* Некоторые аспекты тектоники грязевулканических зон Гобустана//Изв. АН Азербайджана. Науки о Земле. – 2000. – № 1. – С. 129–131.
7. *Алиев Ад. А., Белов И. С., Алиев Г. А.* Горючие сланцы Миоцена Азербайджана//АНХ. – 2000. – № 5. – С. 7–11.
8. *Алиев Ад. А., Белов И. С., Байрамов Т. А.* Горючие сланцы палеоген-миоцена Азербайджана//Геолог Азербайджана. Научный бюллетень. – 2003. – № 8. – С. 68–80.
9. *Али-заде А. А., Ахмедов Г. А., Зейналов М. М.* Горючие сланцы Миоцена Азербайджана//АНХ. – 1962. – № 1. – С. 5–8.
10. *Бабаев Ф. Р., Аббасов О. Р., Мамедова А. Н.* и др. Горючие сланцы и битумы Азербайджана (геохимия и перспективы их использования)//Материалы международного семинара, посвящ. памяти проф., д-ра техн. наук Г. В. Рассохина. – Ухта, 2013. – С. 41–45.
11. *Бабаев Ф. Р., Аббасов О. Р., Мамедова А. Н.* и др. Изучение битумов Азербайджана//Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2013. – № 7–1. – С. 40–42.
12. *Балогланов Э. Э., Аббасов О. Р., Ахундов Р. В.* Газогидрохимические показатели связи грязевого вулканизма с сейсмичностью//XXIII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых учёных “Ломоносов-2016” – Москва, 2016.
13. *Богачев В. В.* Геологическая экспедиция в окрестностях г. Баку. – Баку: Азнефтеиздат, 1932. – 28 с.
14. *Вебер В. В.* Геологические исследования юго-восточной части планшета III-З (Баяната) Кабристанских пастбищ. – Изд. Геолкома, 1929. – Вып. 128. – 48 с.
15. *Веникова А. Л., Обжиров А. И., Аббасов О. Р.* и др. Грязевой вулканизм и сейсмичность (на основе сравнительного анализа геохимических данных грязевых вулканов, расположенных на о. Сахалин Российской Федерации и Шамахи-Гобустанского района Азербайджана)//I-я Международная научная конференция молодых ученых и специалистов “Роль междисциплинарного подхода в решении актуальных проблем фундаментальных и прикладных наук (Наука о Земле, технические и химические)” – Баку, 2014. – С. 5–8.
16. *Гудзенко В. Т., Вареничев А. А.* Горючие сланцы (информационно-аналитический обзор)//Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2014. – № 9. – С. 45–55.
17. *Мигереев Р. Ш., Тучков И. И.* Эсплуатация месторождений битумов и горючих сланцев. – М.: Недра, 1980. – 296 с.
18. *Султанов Р. Г.* Горючие сланцы юго-восточного Кавказа и геологические условия их распределения. – Фонд ИГАНА, 1948. – 112 с.

19. *Султанов А. Д., Султанов Р. Г.* Горючие сланцы юго-восточной оконечности Главного Кавказского хребта в Азербайджане//ДАН Аз. ССР. – 1945. – Т. 1. – № 1. – С. 11–13.
20. *Султанов А. Д., Султанов Р. Г.* Материалы по горючим сланцам Азербайджана//Изв. АН Азерб. ССР. – 1947. – № 2. – С. 18–20.
21. *Abbasov O. R.* About Paleogene-Miocene combustible shales of Gobustan//Proceedings of geology institute. – 2005. – № 33. – P. 10–15.
22. *Abbasov O. R.* The geochemical characteristic of combustible shales of Paleogene-Miocene in Gobustan//The Second International Scientific Conference of Young Scientists and Students “New directions of investigations in the Earth Sciences” – Baku, 2007. – P. 8.
23. *Abbasov O. R.* Geological and geochemical features of combustible shales of Gobustan (Azerbaijan) and their forecast inventories//Bulletin of the Atyrau Institute of oil and gas. – 2008. – № 2(14). – P. 22–29.
24. *Abbasov O. R.* Possible resources of Gobustan fields and combustible manifestations//Azerbaijan Oil Industry. – 2010. – № 5. – P. 59–62.
25. *Abbasov O. R.* Regularities of extension combustible schists in Oligocene-Miocene sediments of Gobustan//The National Committee of Geophysicists of Azerbaijan. – 2010. – № 1–2. – P. 47–49.
26. *Abbasov O. R.* Oil Shale of Azerbaijan: Geology, Geochemistry and Probable Reserves//IJRSSET – International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology. – 2015. – Vol. 2. – Iss. 10. – P. 31–37.
27. *Abbasov O. R.* Distribution regularities of oil shale in Azerbaijan//ISJ Theoretical & Applied Science. – 2016. – Vol. 35. – Iss. 3. – P. 165–171.
28. *Abbasov O. R.* Geological and geochemical properties of oil shale in Azerbaijan and petroleum potential of deep-seated Eocene-Miocene deposits//European Journal of Natural History. – 2016. – № 2. – P. 31–40.
29. *Abbasov O. R., Akhundov R. V.* The comparative analysis of mud volcanoes of Azerbaijan and Ukraine (an example of Gobustan region and the Kerch Peninsula)//The 5th International Scientific Conference of Young Scientists and Students “Fundamental and applied geological science: achievements, prospects, problems and ways of their solutions” – Baku, 2013. – P. 16–18.
30. *Abbasov O. R., Akhundov R. V.* Petroleum potential of Paleogene and Miocene deposits in Gobustan based on oil shale products of mud volcanoes//Baku World Forum of Young Scientists. – Baku, 2014. – P. 27–28.
31. *Abbasov O. R., Baloglanov E. E., Akhundov R. V.* Geochemical analysis of oil shale and oil-bearing rocks of Gobustan mud volcanoes//6th International Conference of Young Scientists and Students “Multidisciplinary approach to solving problems of geology and geophysics” (Baku, October 12–15). – Baku, 2015. – P. 118–119.
32. *Abbasov O. R., Baloglanov E. E., Akhundov R. V.* Organic compounds in ejected rocks of mud volcanoes as geological and geochemical indicators: a study from Shamakhi-Gobustan region (Azerbaijan)//International Multidisciplinary Forum “Academic Science Week-2015” – Baku, 2015. – P. 3–4.
33. *Abbasov O. R., Baloglanov E. E., Huseynov A. R., etc.* Hydrocarbon potential of Baku Archipelago deep deposits by data of mud volcanoes ejects//1st International Conference “Ultra deep hydrocarbon potential: future energy resources – reality and predication” – 2012. – P. 137–139.
34. *Abbasov O. R., Ibadzadeh A. C., Mammadova A. N.* Hydrocarbon generation potential of the deeper sediments of Azerbaijan//Integrated approach for unlocking hydrocarbon resources. – Baku, 2012. – P. 48.
35. *Abbasov O. R., Mammadova A. N.* Evolution of ideas about combustible shales of Azerbaijan and their practical importance//Proceedings the Sciences of Earth, Azerbaijan National Academy of Sciences. – 2012. – № 3. – P. 12–16.
36. *Aliyev Ad. A., Ibadzadeh A. D., Abbasov O. R., etc.* The dynamics of genesis of organic substance in oil shales//Azerbaijan Oil Industry. – 2014. – № 07–08. – P. 3–7.
37. *Ibadzadeh A. D., Abbasov O. R.* Geochemistry of combustible shales in Gobustan and use of their pyrolysis products//Proceedings of Geology Institute. – 2008. – № 36. – P. 58–67.
38. *Matthieu Dupuis, Francis Odonne, Orxan Abbasov, etc.* The Ayaz-Akhtarma mud volcano: an actively growing mud pie in the foothills of the Greater Caucasus, Azerbaijan//13th International Conference on Gas in Marine Sediments. – Tromsø, Norway, 2016.
39. *Orhan R. and Abbasov.* Organic compounds in ejected rocks of mud volcanoes as geological and geochemical indicators of source rock:

a study of oil shale in Shamakhi-Gobustan region (Azerbaijan)//International Journal of Current Advanced Research. – 2016. – Vol. 5. – Iss. 7. – P. 1042–1046.

REFERENCES

1. *Abbasov O. R.* Geochemical features of the oil shales of Paleogene-Miocene deposits in Gobustan (Azerbaijan)//Materialy XVI konferencii molodyh uchjonyh, posv. pamyati chlen-korr. AN SSSR prof. K. O. Kratca. – Apatity, 2005. – P. 97. (In Russian).
2. *Abbasov O. R., Ibadzade A. D., Hasayeva A. B., etc.* Hydrocarbon potential of the deep-shipped deposits of Gobustan (Azerbaijan) (on the basis of combustible slates and oil-bearing breeds, emissions of mud volcanoes)//Resursovooproizvodnyashhie, maloethodnye i prirodoohranaynye tehnologii osvoeniya nedr. Materialy XIV Mezhdunarodnoj konferencii. – 2015. – P. 342–343. (In Russian).
3. *Abbasov O. R., Mamedova A. N., Guseynov A. R., etc.* Some new data of geochemical researches of combustible slates of Azerbaijan//Geologiya, geofizika i razrabotka neftnyh i gazovyh mestorozhdenij. – 2013. – № 2. – P. 32–35. (In Russian).
4. *Aliyev Ad. A.* Unconventional fuel and energy resources of Azerbaijan//Mineralni resursy Ukrainy. – Kyiv. – 2016. – № 4. – P. 32–38. (In Russian).
5. *Aliyev Ad. A., Abbasov O. R.* Alternative fuel and energy resources of Azerbaijan// Nasledie. Mezhdunarodnyj Azerbajdzhanskij zhurnal. – 2016. – № 2 (80). – P. 56–62. (In Russian).
6. *Aliyev Ad. A., Bayramov T. A.* Some aspects of the tectonics of the mud volcanic zones of Gobustan//Izv. AN Azerbajdzhana. Nauki o Zemle. – 2000. – № 1. – P. 129–131. (In Russian).
7. *Aliyev Ad. A., Belov I. S., Aliyev G. A.* Oil shales of Miocene in Azerbaijan//ANKH. – 2000. – № 5. – P. 7–11. (In Russian).
8. *Aliyev Ad. A., Belov I. S., Bayramov T. A.* Oil shale of Paleogene-Miocene in Azerbaijan//Geolog Azerbajdzhana. Nauchnyj byulleten. – 2003. – № 8. – P. 68–80. (In Russian).
9. *Ali-zade A. A., Akhmedov G. A., Zeynalov M. M.* Oil shales of Miocene in Azerbaijan// ANH. – 1962. – № 1. – P. 5–8. (In Russian).
10. *Babayev F. R., Abbasov O. R., Mamedova A. N., etc.* Oil shale and bitumen of Azerbaijan (geochemistry and prospects of their use)//Materialy mezhdunarodnogoseminara, posvyashh. pamyati prof., d-ratehn.nauk G. V. Rassohina. – Uhta, 2013. – P. 41–45. (In Russian).
11. *Babayev F. R., Abbasov O. R., Mamedova A. N., etc.* Studying of bitumens of Azerbaijan//Aktualnye problemy gumanitarnyh i estestvennyh nauk. – 2013. – № 7–1. – P. 40–42. (In Russian).
12. *Baloglanov E. E., Abbasov O. R., Akhundov R. V.* Gas Hydrochemical indicators of mud volcanism connection with seismicity//XXIII Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya studentov, aspirantov i molodyh uchjonyh “Lomonosov-2016”. – Moskva, 2016. (In Russian).
13. *Bogachev V. V.* Geological expedition in the vicinity of Baku. – Baku: Aznefteizdat, 1932. – 28 p. (In Russian).
14. *Weber V. V.* Geological investigations of the SE part of the III-Z (Bayanata) tablet of the Kabardian pastures. – Izd. Geoloma, 1929. – Iss. 128. – 48 p. (In Russian).
15. *Venikova A. L., Obzhirov A. I., Abbasov O. R., etc.* Mud volcanism and seismicity (based on a comparative analysis of geochemical data of mud volcanoes located on Sakhalin Island of the Russian Federation and Shamahy-Gobustan region of Azerbaijan)//1-ya Mezhdunarodnaya nauchnaya konferenciya molodykh uchjonyh i specialistov “Rol mezhdisciplinarnogo podhoda v reshenii aktualnyh problem fundamentalnyh i prikladnyh nauk (Nauka o Zemle, tehicheskie i himicheskie)” – Baku, 2014. – P. 5–8. (In Russian).
16. *Gudzenko V. T., Varenichev A. A.* Combustible shale (information-analytical review)//Geologiya, geofizika i razrabotka neftnyh i gazovyh mestorozhdenij. – 2014. – № 9. – P. 45–55. (In Russian).
17. *Migereev R. Sh., Tuchkov I. I.* Operation of bitumen and oil shale deposits. – Moskva: Nedra, 1980. – 296 p. (In Russian).
18. *Sultanov R. G.* The oil shales of the southeastern Caucasus and the geological conditions for their distribution. – Fond IGANA, 1948. – 112 p. (In Russian).
19. *Sultanov A. D., Sultanov R. G.* Oil shales of the southeastern tip of the Main Caucasian Range in Azerbaijan// DAN Az. SSR. – 1945. – Vol. 1. – № 1. – P. 11–13. (In Russian).
20. *Sultanov A. D., Sultanov R. G.* Materials on the oil shale of Azerbaijan//Izv. AN Azerb. SSR. – 1947. – № 2. – P. 18–20. (In Russian).
21. *Abbasov O. R.* About Paleogene-Miocene combustible shales of Gobustan//Proceedings of geology institute. – 2005. – № 33. – P. 10–15.
22. *Abbasov O. R.* The geochemical characteristic of combustible shales of Paleogene-Miocene in Gobustan//The Second International Scientific Conference of Young Scientists and Students “New directions of investigations in the Earth Sciences”. – Baku, 2007. – P. 8.
23. *Abbasov O. R.* Geological and geochemical features of combustible slates of Gobustan (Azerbaijan) and their forecast inventories//Bulletin of the Atyrau Institute of oil and gas. – 2008. – № 2(14). – P. 22–29.
24. *Abbasov O. R.* Possible resources of Gobustan fields and combustible manifestations//Azerbaijan Oil Industry. – 2010. – № 5. – P. 59–62.
25. *Abbasov O. R.* Regularities of extension combustible schists in Oligocene-Miocene sediments of Gobustan//The National Committee of Geophysicists of Azerbaijan. – 2010. – № 1–2. – P. 47–49.
26. *Abbasov O. R.* Oil Shale of Azerbaijan: Geology, Geochemistry and Probable Reserves//IJRSSET – International Journal of Research Studies in Science, Engineering and Technology. – 2015. – Vol. 2. – Iss. 10. – P. 31–37.
27. *Abbasov O. R.* Distribution regularities of oil shale in Azerbaijan//ISJ Theoretical & Applied Science. – 2016. – Vol. 35. – Iss. 3. – P. 165–171.
28. *Abbasov O. R.* Geological and geochemical properties of oil shale in Azerbaijan and petroleum potential of deep-seated Eocene-Miocene deposits//European Journal of Natural History. – 2016. – № 2. – P. 31–40.
29. *Abbasov O. R., Akhundov R. V.* The comparative analysis of mud volcanoes of Azerbaijan and Ukraine (an example of Gobustan region and the Kerch Peninsula)//The 5th International Scientific Conference of Young Scientists and Students “Fundamental and applied geological science: achievements, prospects, problems and ways of their solutions”. – Baku, 2013. – P. 16–18.
30. *Abbasov O. R., Akhundov R. V.* Petroleum potential of Paleogene and Miocene deposits in Gobustan based on oil shale products of mud volcanoes//Baku World Forum of Young Scientists. – Baku, 2014. – P. 27–28.
31. *Abbasov O. R., Baloglanov E. E., Akhundov R. V.* Geochemical analysis of oil shale and oil-bearing rocks of Gobustan mud volcanoes//6th International Conference of Young Scientists and Students “Multidisciplinary approach to solving problems of geology and geophysics” (Baku, October 12–15). – Baku, 2015. – P. 118–119.
32. *Abbasov O. R., Baloglanov E. E., Akhundov R. V.* Organic compounds in ejected rocks of mud volcanoes as geological and geochemical indicators: a study from the Shamakhi-Gobustan region (Azerbaijan)//International Multidisciplinary Forum “Academic Science Week-2015”. – Baku, 2015. – P. 3–4.
33. *Abbasov O. R., Baloglanov E. E., Huseynov A. R., etc.* Hydrocarbon potential of Baku Archipelago deep deposits by data of mud volcanoes ejects//1st International Conference “Ultra deep hydrocarbon potential: future energy resources – reality and predication”. – 2012. – P. 137–139.
34. *Abbasov O. R., Ibadzadeh A. C., Mammadova A. N.* Hydrocarbon generation potential of the deeper sediments of Azerbaijan//Integrated approach for unlocking hydrocarbon resources. – Baku, 2012. – P. 48.
35. *Abbasov O. R., Mammadova A. N.* Evolution of ideas about combustible shales of Azerbaijan and their practical importance//Proceedings of the Sciences of Earth, Azerbaijan National Academy of Sciences. – 2012. – № 3. – P. 12–16.
36. *Aliyev Ad. A., Ibadzadeh A. D., Abbasov O. R., etc.* The dynamics of genesis of organic substance in oil shales//Azerbaijan Oil Industry. – 2014. – № 07–08. – P. 3–7.
37. *Ibadzadeh A. D., Abbasov O. R.* Geochemistry of combustible shales in Gobustan and use of their pyrolysis products//Proceedings of Geology Institute. – 2008. – № 36. – P. 58–67.
38. *Matthieu Dupuis, Francis Odonne, Orxan Abbasov, etc.* The Ayaz-Akhtarma mud volcano: an actively growing mud pie in the foothills of the Greater Caucasus, Azerbaijan//13th International Conference on Gas in Marine Sediments. – Tromsø, Norway, 2016.
39. *Orhan R. and Abbasov.* Organic compounds in ejected rocks of mud volcanoes as geological and geochemical indicators of source rock: a study of oil shale in Shamakhi-Gobustan region (Azerbaijan)//International Journal of Current Advanced Research. – 2016. – Vol. 5. – Iss. 7. – P. 1042–1046.

Рукопис отримано 10.04.2017.