

УДК 662.337.2:553.98.061.17

doi <https://doi.org/10.31996/mru.2018.3.13-18>

**Ад. А. АЛІЄВ**, д-р геол.-мінерал. наук, професор, завідувач відділу "Муловий вулканізм" (Інститут геології і геофізики НАН Азербайджану), ad\_aliyev@mail.ru,

**О. Р. АББАСОВ**, доцент, провідний науковий співробітник відділу "Муловий вулканізм" (Інститут геології і геофізики НАН Азербайджану), ortal80@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2135-7984>,

**А. Дж. ІБАДЗАДЕ**, провідний науковий співробітник відділу "Муловий вулканізм" (Інститут геології і геофізики НАН Азербайджану), afaq.ibadzade@mail.ru,

**А. Н. МАМЕДОВА**, провідний науковий співробітник відділу "Муловий вулканізм" (Інститут геології і геофізики НАН Азербайджану), ayten\_mammadova@mail.ru

**Ad. A. ALIYEV**, prof., head of the department of "Mud volcanism" (Institute of Geology and Geophysics of Azerbaijan National Academy of Sciences), ad\_aliyev@mail.ru,

**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, <https://orcid.org/0000-0003-2135-7984>,

**A. J. IBADZADE**, leading scientific researcher of the department of "Mud volcanism" (Institute of Geology and Geophysics of Azerbaijan National Academy of Sciences), afaq.ibadzade@mail.ru,

**A. N. MAMMADOVA**, leading scientific researcher of the department of "Mud volcanism" (Institute of Geology and Geophysics of Azerbaijan National Academy of Sciences), ayten\_mammadova@mail.ru

## ОРГАНІКО-ГЕОХІМІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦІВ ПРИКАСПІЙСЬКО-ГУБІНСЬКОГО РАЙОНУ (АЗЕРБАЙДЖАН)

## ОРГАНИКО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ ПРИКАСПИЙСКО-ГУБИНСКОГО РАЙОНА (АЗЕРБАЙДЖАН)

## ORGANIC-GEOCHEMICAL STUDY OF OIL SHALES IN PRE-CASPIAN-GUBA REGION (AZERBAIJAN)

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

По результатам проведенных исследований установлено незначительное различие геохимических особенностей горючих сланцев в пределах изучаемой площади. Количество органического вещества (ОВ) в образцах, отобранных из обнажений и шурфов, колеблется от 13,3 до 32,1 %. На основе данных гравиметрических исследований и двухступенчатого пиролиза выполнена оценка зрелости ОВ и установлен его алифатический тип. Полученная в процессе крекинга температура (Tmax) свидетельствует о незрелости ОВ сланцевых пород для генерации углеводородов.

**Ключевые слова:** горючие сланцы, органическое вещество, пиролиз, зрелость.

Based on the results of the studies, an insignificant difference in the geochemical characteristics of oil shales were established within the study area. The amount of OM in the samples taken from the outcrops and pits varies from 13,3 to 32,1 %. Based on the data of gravimetric studies and two-stage pyrolysis, the maturity of OM was assessed and the aliphatic type of OM was established. The Tmax obtained during the cracking process indicates the immaturity of the OM of shale rocks for the generation of hydrocarbons.

**Keywords:** oil shale, organic matter, pyrolysis, maturity.

### Введение и исторический обзор

Азербайджан богат природными ресурсами, особенно нефтью и газом. Более 150 лет разрабатываются нефтегазовые месторождения на суше Восточного Азербайджана и прилегающей акватории Каспия, ведутся поиски новых перспективных структур. Однако, запасы нефти и газа не безграничны и со временем, естественно, истощаются. Поэтому в республике в последние годы проводятся комплексные исследования нетрадиционных (альтернативных) топливно-энергетических и сырьевых ресурсов, таких как природные битумы, горючие сланцы, газогидраты и др. [3]. В этом аспекте следует особо отметить горючие сланцы, принимая во внимание их прогнозные запасы, а также благоприятные возможности их использования во многих отраслях, включая энергетику, нефтехимию, строительство, сельское хозяйство, медицину и др. [2, 20, 25, 31].

Исследование горючих сланцев Азербайджана имеет более чем вековую историю. В. В. Богачев [8], П. Е. Волярович [12],

В. В. Вебер [9–11] и др. фиксировали выходы горючих сланцев во время проведения полевых геологических работ в Шамахы-Гобустанском районе и на Абшеронском полуострове. В. В. Тихомиров в 1940 г. изучал горючие сланцы Губинского района – литостратиграфию, запасы горючих сланцев, а также дал первоначальную оценку их ресурсов [16, 17]. С этого же года горючие сланцы стали основным объектом исследований А. Д. Султанова и Р. Г. Султанова. Ими рассматривались главным образом генезис, стратиграфия, геохимия и генетическая связь сланцев с углем и нефтью [15]. После длительного перерыва, в 90-х годах прошлого века проблема изучения горючих сланцев вновь становится актуальной. Начиная с 2000 года, в научных публикациях Ад. А. Алиева, И. С. Белова, А. Дж. Ибадзаде, О. Р. Аббасова и других рассматриваются такие вопросы, как генезис отложений, содержащих горючие сланцы, уточнение литофациальных характеристик, закономерность их пространственно-временного распределения, геохимические свойства и прогнозная оценка ресурсов [1, 5, 6, 21–24, 26, 28].

Данная работа посвящена исследованиям органико-геохимических характеристик горючих сланцев, пользующихся широким распространением в Прикаспийско-Губинском районе, на основании новых результатов лабораторных анализов, включая изучение структуры органического вещества.

#### Геологические исследования

Горючие сланцы Азербайджана по сравнению с другими странами [29, 30, 32] сравнительно моложе по возрасту и приурочены к отложениям верхнего мел-миоценового интервала геологического разреза [4]. На территории республики насчитывается более 60-ти месторождений и проявлений горючих сланцев, большая часть из которых расположена в Шамахи-Гобустанском, Прикаспийско-Губинском нефтегазоносных районах и на Абшеронском полуострове [26] (рис. 1).

Большинство поверхностных проявлений горючих сланцев Абшеронского полуострова связано с отложениями миоцена. Многочисленные выходы на земную поверхность горючих сланцев в Шамахи-Гобустанском районе связаны с отложениями среднего эоцен-верхнего миоценового возраста. Проявления горючих сланцев на южном склоне Большого Кавказа относятся к отложениям среднего эоцена и верхнего сармата, как и в Прикаспийско-Губинском районе.

Проявления же горючих сланцев более древнего возраста (верхний мел) частично отмечены в Шамахи-Гобустанском и Прикаспийско-Губинском районах Азербайджана [4].

В Прикаспийско-Губинском районе, охватывающем северо-восточную часть Азербайджана, выделяются высокогорная зона, состоящая из отложений мезозоя (юра и мел), Тенги-Бешбармагский хребет, сложенный мезокайнозойскими отложениями, Гусарская наклонная равнина, покрытая по-

родами нижнечетвертичного возраста и прибрежная равнина, простирающаяся с северо-востока на юго-восток вдоль побережья Каспийского моря [27].

В геологическом строении Прикаспийско-Губинского района участвуют отложения средней юры-четвертичного периода. В верхнемеловой литофации горючие сланцы изучены от села Бахышлы Хызынского района вдоль разреза реки Атачай. Общая мощность разреза, сложенного в основном темно-серыми битуминозными мергелями, горючими сланцами и бентонитами, составляет 27 м [4]. Средний эоцен на юго-восточной периклинали Кемчинской складки (мощностью до 40–50 м) характеризуется двумя различными фациями (битуминозные мергели на северо-западе, глины и глинистые сланцы на юго-востоке) [18]. Незначительные прослойки горючих сланцев отмечены также в разрезах скважин Сиязан, Саадан и Шурабад [7]. Горючие сланцы среднего миоцена (мощностью от 8 до 15 м) отмечены на Чандагарском побережье [13], а в отложениях меотиса встречаются на юго-востоке района в Шурабаде. На территории Яшма в разрезе меотиса выделяются два прослоя горючих сланцев [14]. Верхнесарматские отложения горючих сланцев наблюдаются на полосе (ширина 300 м) протяженностью в 29 км с северо-запада на юго-восток от р. Кудиалчай до р. Вельвелячай (рис. 2). Отдельные выходы горючих сланцев прослеживаются также в полосе р. Пилгилчай. К северу от р. Кудиалчай выходы листовых и черных горючих сланцев имеют моноклинальное залегание (30–70°). В этом направлении увеличивается мощность верхнесарматской литофации.

Наиболее крупные проявления горючих сланцев изучены в междуречье Вельвелячай и Гарачай. Здесь выделяют-

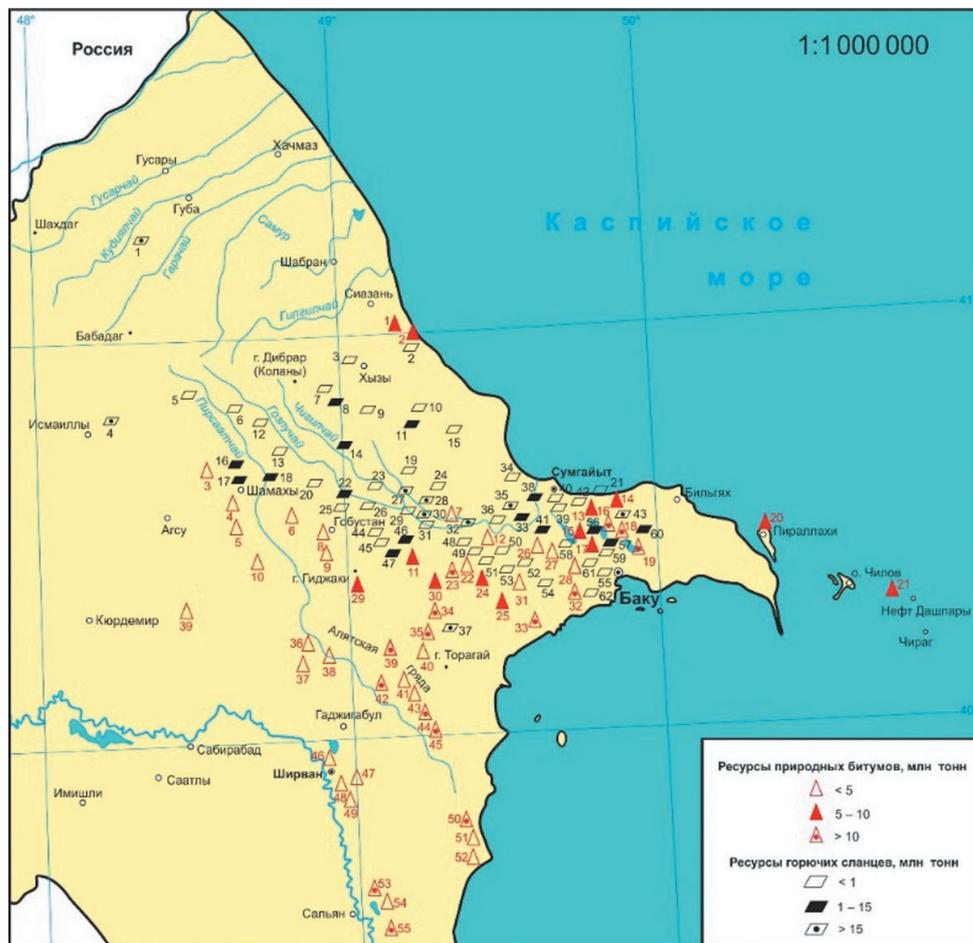
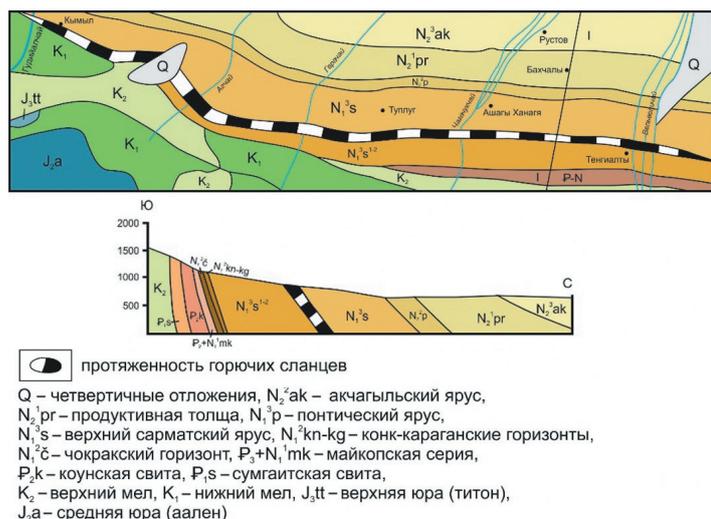


Рис. 1. Ресурсы горючих сланцев Азербайджана [26]

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 – Гырыгышлаг; 47 – Байгушгя; 48 – Сюнгур; 49 – Баяната; 50 – Сарыдаг; 51 – Гырдаг; 52 – Шорбулаг; 53 – Космалы; 54 – Учтепе; 55 – Гарайбат; 56 – Масазыр; 57 – Бинагади; 58 – Хырдалан; 59 – Зигильпири; 60 – Гырмаки; 61 – Шабандаг; 62 – Атешгя



**Рис. 2. Геологическая карта и профиль зоны распространения горючих сланцев Прикаспийско-Губинского района протяженностью 29 км (масштаб 1:100 000)**

ся три площади распространения горючих сланцев. Первая, протяженностью 4,7 км, расположена между р. Вельвелячай и Камалчай и включает 11 слоев горючих сланцев общей мощностью 4 м. Длина второй площади 3 км, она расположена между р. Камалчай и Чагаджукчай и включает 14 слоев горючих сланцев общей мощностью 14 м. Длина третьей площади сравнительно мала и составляет 1,5 км. Она расположена на правом берегу р. Гарачай и включает 16 слоев горючих сланцев общей мощностью 4 м.

**Материалы и методы  
Образцы пород**

В Институте геологии и геофизики НАН Азербайджана были проведены лабораторные анализы с целью изучения органико-геохимических свойств 21 образца проб горючих сланцев, отобранных из обнажений и шурфов на площади междуречья Вельвелячай и Гарачай Прикаспийско-Губинского района. Изученные образцы характеризовались листоватой структурой черного, темно-серого и коричневого цветов.

**Двухступенчатый пиролиз образцов сланцев**

Органико-геохимические свойства образцов изучались методом двухступенчатого пиролиза (в температурном интервале 500–550 и 800–850 °C). Для этого 5-граммовые измельченные образцы собирались в кварцевые трубки, которые в свою очередь помещались в печь с термопарой. Температура процесса горения регулировалась индикатором термопары. Количество полученного продукта определялось по весовой разнице образцов. В процессе пиролиза были получены газ (метан, этан и др.) и жидкие углеводороды (битумы), а также пирогенная вода. При различных температурных интервалах для образцов была отмечена T<sub>max</sub>. Органический состав горючих сланцев, в основном продукты термического распада керогена, подвергались последовательным реакциям, проис-

ходящим в два этапа. Под воздействием тепла в изучаемом образце обычно происходят различные химические и физические изменения, в результате которых в связи с теплоемкостью системы происходит изменение энтальпии. Эти изменения в некоторых случаях продолжаются с поглощением (эндотермические реакции) или выделением (экзотермические реакции) тепла. Общий темп изменения приводит к уменьшению веса термических образцов.

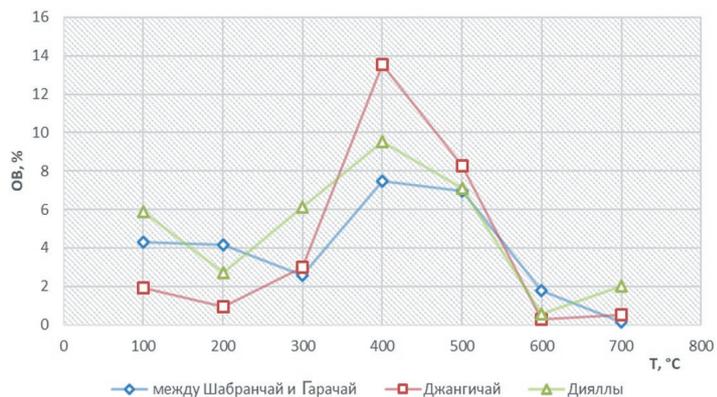
**Обсуждение результатов**

**Органико-геохимические свойства горючих сланцев**

Содержание ОВ в горючих сланцах Азербайджана обычно высокое – до 30 и более процентов (табл. 1). Количество ОВ в горючих сланцах Шамахи-Гобустанского района находится в пределах 14,4–31,2 % [19], междуречья Вельвелячай-Гарачай Прикаспийско-Губинского района – 13,3–32,1 % [28] и площади Дияллы Исмаиллинского района – 16,4–25,2 % [28]. Как видно из приведенных данных, количество ОВ в горючих сланцах Прикаспийско-Губинского района почти такое же, как в Шамахи-Гобустанском районе, но значительно превышает их количество в Исмаиллинском районе.

С энергетической точки зрения интерес представляет кероген горючих сланцев, составляющий большую часть ОВ. В зависимости от генезиса, геохимической среды и термобарических условий ОВ горючих сланцев, а также кероген имеют разные характеристики. Углеводороды (УВ), выделяемые при различных температурных пиках (T<sub>max</sub>) во время пиролиза, дают информацию о степени зрелости горючих сланцев и оценке потенциала генерации углеводородов. Согласно анализу термогравиметрических свойств горючих сланцев Азербайджана (табл. 1) T<sub>max</sub> образцов примерно одинакова (400 °C) (рис. 3).

Определенная часть ОВ в процессе двухступенчатого пиролиза осадочных пород обугливается, т. е. теряет H<sub>2</sub> и превращается в субграфит. В результате пиролиза образцов горючих сланцев, отобранных на площади междуречья Вельвелячай-Гарачай, наряду с ОВ, распаду подверглась также



**Рис. 3. Термогравиметрические показатели горючих сланцев Джангичайской площади, междуречья Шабранчай и Гарачай и Дияллинской площади (по данным табл. 1)**

**Таблица 1. Физико-химические показатели горючих сланцев Азербайджана [28]**

Районы	ОВ, %	Зольность, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Влажность, %	Теплота сгорания, МДж/кг
Шамахи-Гобустанский район (Джангичай)	14,4–31,2	73,8–66,9	1,9–2,2	3,1–4,2	8,2–10,6
Прикаспийско-Губинский район (Шабранчай-Гарачай)	13,3–32,1	73,0–71,1	1,9–2,1	3,8–5,2	3,8–4,1
Исмаиллинский район (Дияллы)	16,4–25,2	75,0–72,0	2,0–2,1	2,1–3,2	9,8–14,1

Таблиця 2. Результати пиролізу горючих сланців площиди междуречья Вельвелічай-Гарачай

Номер образца	Органічне вещество, %	ОВ, підвержене піролізу, %	Низкая температура и сухая дистилляция (500–550 °С)			Высокая температура и сухая дистилляция (800–850 °С)			Обугленное ОВ, %	Зола, %	Минеральная часть, %
			Пирогенная вода, %	Битум, %	Газ, %	Пирогенная вода, %	Битум, %	Газ, %			
1	32,1	19,8	1,7	5,8	6,3	–	–	6,0	13,9	66,4	1,5
2	31,3	21,6	1,2	12,5	4,7	–	–	3,2	13,6	64,7	4,0
3	24,0	19,2	0,2	9,1	4,3	–	–	5,7	8,5	72,3	3,7
4	21,8	24,0	0,2	13,8	5,1	0,7	–	4,2	1,8	74,2	4,0
5	26,8	20,5	0,2	10,7	4,4	–	–	5,2	9,7	69,8	3,4
6	28,5	16,3	0,2	5,2	5,4	1,1	0,7	3,7	13,9	69,8	1,6
7	23,9	19,0	0,2	7,5	6,1	0,1	–	5,1	8,1	72,9	3,2
8	28,5	16,1	3,1	3,1	4,7	1,0	0,9	3,3	14,9	69,0	2,5
9	26,4	18,1	1,9	7,6	3,6	0,4	–	4,7	11,1	70,8	2,8
10	16,3	17,4	5,2	5,9	4,3	–	–	2,0	1,0	79,9	1,8
11	15,4	16,5	1,8	8,1	2,5	0,8	–	3,3	1,3	79,8	2,4
12	21,9	20,6	6,9	7,1	5,0	0,4	–	1,1	1,3	73,1	3,8
13	22,2	21,1	7,6	6,5	5,2	0,3	–	1,5	1,1	70,7	5,0
14	13,3	17,3	4,5	4,5	3,1	–	–	5,1	1,1	81,6	3,0
15	23,6	18,6	6,7	6,6	3,2	0,3	–	1,8	5,0	69,9	2,5
16	21,7	21,8	8,2	5,7	4,7	0,5	–	2,6	5,9	72,41	4,0
17	24,1	18,9	6,3	6,0	4,3	–	–	2,8	5,2	68,3	2,2
18	15,2	21,1	7,4	7,0	4,0	0,3	–	2,4	–	79,8	2,3
Ш/1	29,8	19,8	7,4	2,7	4,97	1,4	–	3,3	13,5	66,7	3,5
Ш/2	30,1	17,3	1,3	5,8	4,6	1,33	–	4,4	15,7	66,94	3,0
Ш/3	25,1	19,5	0,3	10,0	5,1	–	–	4,1	9,1	71,4	3,6

неорганическая часть (1,5–5,0 %) (табл. 2). Количество ОВ для образцов, используемых в этом процессе, варьируется в довольно больших пределах (13,3–32,1 %). Процесс пиролиза ОВ можно разделить на следующие этапы: 1 – получение воды и других смесей; 2 – получение свободных углеводородов; 3 – процесс крекинга; 4 – карбонизация. На первой фазе пиролиза полученные показатели жидкого битума составляли от 2,7 до 12,5 %. Количество обугленного ОВ на протяжении всего процесса составляло 1,1–15,7 %. При анализе пробы № 5 установлено, что в соответствии с количеством ОВ (26,8 %) в сланцесодержащих породах количество битума, полученного на первом этапе пиролиза, тоже высокое (10,7 %). При относительно небольшом количестве ОВ в образце № 4 количество битума составляет 13,8 %. Количество ОВ для образца № 11 составляет 15,4 %. Несмотря на низкие показатели, количество битума, полученного в процессе пиролиза, составляет 8,15 %, что несколько выше показателей других объектов исследования. Установив  $T_{\max}$  в процессе пиролиза изученных образцов и учитывая полученную кривую на рис. 3 в соответствии с результатами анализа горючих сланцев рассматриваемого района, можно сделать вывод, что в образце № 2 количество ОВ – 31,3 %, битума – 12,5 %, а процент обугливания составляет – 13,6 %. Процент карбонизации образца № 4 незначителен (1,8 %). Разница в количестве УВ для образцов, взятых как с поверхности, так и с шурфов на исследуемых участках, очень мала. Количество битума в образцах (Ш/1, Ш/2, Ш/3), отобранных из шурфа, относительно небольшое (среднее значение 6,16 %), а процент обугливания высокий (среднее значение 12,77 %).

#### Зрелость органического вещества

Продукты, полученные в результате пиролиза, и их количество зависят от типа ОВ, количества органического углерода в осадочных породах и степени их термической

эволюции. В природе кероген постепенно образует углеводороды в результате термической эволюции с помощью  $H_2$ . Остаточный кероген теряет свой  $H_2$  и конденсируется. В результате начинается фаза обугливания. Первое элементное количество керогена определяется по полученным углеводородам. Во второй фазе образующиеся УВ, как при процессах крекинга и испарения тяжелых УВ (смолы и асфальтены), являются продуктами невысоких температур крекинга. Эти УВ указывают на общее количество нефти и газа в материнской породе. Количество извлекаемых УВ, как уже отмечали, зависит от общего количества органического углерода в осадочных породах и их термической эволюции. На этой стадии пиролиза 70–80 % I типа, 45–50 % II типа и 10–15 % III типа керогена образуют УВ.  $T_{\max}$  в результате изменения температур на втором этапе зависит от состава и зрелости ОВ. Зрелые и сложные органические вещества создают трудности для процесса пиролиза, что в свою очередь требует высокой энергии активации, включая высокие температуры. В большинстве случаев для разрушения химической связи зрелого керогена требуется высокая температура. Кероген I и II типа имеет относительно простую молекулярную структуру по сравнению с керогеном III типа. Это приводит к уменьшению температурного интервала и сокращению диапазона разделения активной энергии крекинга, что подробно показано на рис. 4. Как видно из схемы классификации типов керогена, при I типе для образования нефти и газа интервалы  $T_{\max}$  находятся в пределах 440–450 °С. Эти же показатели для керогенов III типа – в пределах 430–470 °С.

Количество УВ, полученных на II этапе, изменяется в зависимости от термической эволюции материнской породы. С увеличением термической эволюции в материнской породе уменьшается количество УВ, полученных в процессе пироли-

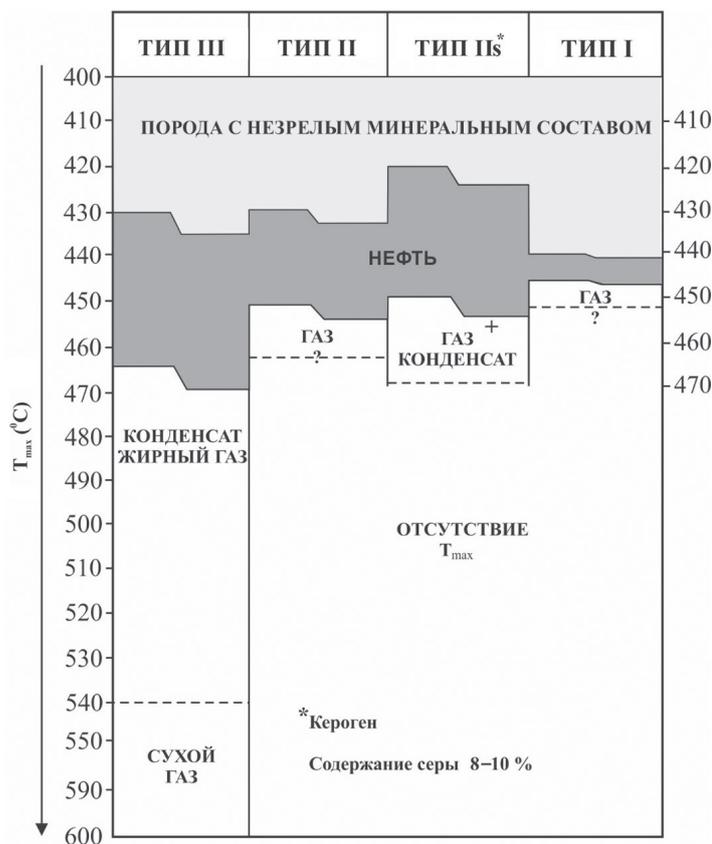


Рис. 4. Классификация типов керогена для изученных образцов горючих сланцев по данным  $T_{max}$

за. Ссылаясь на результаты пиролиза, можно предположить, что большая часть ОВ в образце № 4 подверглась крекингу. В образце № 2 ОВ представлено очень большими молекулами, поэтому и процесс карбонизации более длительный. Несмотря на то, что содержание ОВ в образце № 11 небольшое (15,4 %), количество битума, подвергнутое крекингу, составляет 8,1 %. В результате наблюдается довольно низкий процент карбонизации (1,3 %). В процессе пиролиза соединения, включающие кислород, распадаются интенсивнее, образуя  $H_2O$ ,  $CO$  и  $CO_2$ . Окисленные соединения разрушаются при температурах ниже 400 °С. Их количество зависит от типа ОВ, его зрелости и варьирует в зависимости от относящихся к третьему типу незрелых гуминовых пород. При большом количестве гуминовых пород увеличивается и количество, а при увеличении термической эволюции уменьшается.

**Заключение**

Установлено незначительное отличие показателей органических и геохимических свойств горючих сланцев из обнажений и шурфов. По результатам пиролизного анализа, а также термогравиметрических показателей горючих сланцев ОВ относится к алифатическому типу и при его потере в процессе крекинга полученная  $T_{max}$  свидетельствует о незрелости исследуемых органических соединений сланцевых пород для генерации углеводородов.

Данная работа выполнена при финансовой поддержке Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики – Грант № EIF-KETPL-2-2015-1(25)-56/32/2.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Аббасов О. Р. Закономерности распределения и геохимия горючих сланцев Азербайджана//Минеральные ресурсы Украины. – 2017. – № 2. – С. 22–30.

2. Алиев Ад. А. Нетрадиционные топливно-энергетические ресурсы Азербайджана//Минеральные ресурсы Украины. – 2016. – № 4. – С. 32–38.

3. Алиев Ад. А., Аббасов О. Р. Альтернативные топливно-энергетические ресурсы Азербайджана//Наследие. Международный Азербайджанский журнал. – 2016. – № 2 (80). – С. 56–62.

4. Алиев Ад. А., Белов И. С. Горючие сланцы. Геология Азербайджана. – Баку: Нафта-Пресс, 2003. – Т. 6. – С. 518–531.

5. Алиев Ад. А., Белов И. С., Алиев Г. – М. А. Горючие сланцы Миоцена Азербайджана//АНХ. – 2000. – № 5. – С. 7–11.

6. Алиев Ад. А., Белов И. С., Ибадзаде А. Д. Горючие сланцы Азербайджана (геология, геохимия и перспективы их использования)//Тр. ИГНАНА. – 2002. – № 30. – С. 5–24.

7. Али-заде А. А., Ахмедов Г. А., Зейналов М. М. Горючие сланцы Миоцена Азербайджана//АНХ. – 1962. – № 1. – С. 5–8.

8. Богачев В. В. Геологическая экспедиция в окрестностях г. Баку. – Баку: Азнефтеиздат, 1932. – 28 с.

9. Вебер В. В. Геологические исследования юго-восточной части планшета III-3 (Баяната) Кабристанских пастбищ. – Изд. Геолкома, 1929. – Вып. 128. – 48 с.

10. Вебер В. В. Геологическая карта Кобыстана, планшет II-3 (Баяната)//Тр. НГРИ. – 1935. – Сер. А. – Вып. 62. – 52 с.

11. Вебер В. В. Проблема нефтеносности палеогеновых и миоценовых слоев Кобыстана//Тр. НГРИ. – 1939. – Серия А. – Вып. 110. – 37 с.

12. Волярович П. Е. Нефтеносные районы Кирмаку-Бинагады//Тр. ГК, новая сер. Геология СССР. – Т. 7. Азербайджанская ССР, Полезные ископаемые. – М.: Недра, 1976. – Вып. 149. – С. 189–208.

13. Салаев С. Г. Олигоцен-миоценовые отложения Юго-Восточного Кавказа и их нефтегазосность. – Баку: АН Азерб. ССР, 1961. – 253 с.

14. Султанов Р. Г. Горючие сланцы юго-восточного Кавказа и геологические условия их распределения. – Фонд ИГНА, 1948. – 112 с.

15. 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.

16. Тихомиров В. В. Кубинское месторождение горючих сланцев//Тр. Азерб. геол. упр. – 1942. – Т. 4. – С. 67–68.

17. Тихомиров В. В. Геологическое строение Кубинского месторождения горючих сланцев//Тр. Азерб. геол. упр. – 1942. – Т. 4. – С. 73–79.

18. Хаин В. Е. Геотектоническое развитие Юго-Восточного Кавказа. – Баку: Азербнефтеиздат, 1950. – 224 с.

19. Abbasov O. R. Distribution regularities of shales of Paleogene-Miocene sediments in Gobustan. – Abstract of PhD thesis, Institute of Geology and Geophysics, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, 2009. – 25 p.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. Abbasov O. R. Distribution regularities of oil shale in Azerbaijan//ISJ Theoretical & Applied Science. – 2016. – Vol. 35. – Iss. 3. – P. 165–171.

24. Aliyev Adil, Abbasov Orhan. Organic geochemical characteristics of oil shale in Azerbaijan//The 36th National and the 3rd International Geosciences Congress. – Tehran, Iran. – February 25–27, 2018. – P. 1–10.

25. Aliyev Ad. A., Aliyev Ch. S., Feyzullayev A. A. et al. Geology of Azerbaijan. – Elm, 2015. – Vol. II. – 341 p.

26. Aliyev Ad. A., Bayramov A. A., Abbasov O. R., Mammadova A. N. Reserves of oil shale and natural bitumen//National Atlas of the Republic of Azerbaijan, Map (Scale 1:1 000 000), State Land and Cartography Committee. – P. 101.

27. Aliyev Ad. A., Guliyev I. S., Dadashov F. H. et al. Atlas of the world mud volcanoes. – Баку: Publishing house “Nafta-Press” and “Sandro Teti Editore”, 2015. – 321 p.

28. Aliyev Ad. A., Ibadzadeh A. D., Abbasov O. R. etc. The dynamics of genesis of organic substance in oil shales//Azerbaijan Oil Industry. – 2014. – № 7–8. – P. 3–7.

29. Baker J. D., Hook C. O. Chinese and Estonian oil shale//12<sup>th</sup> Oil Shale Symp. Proc. Colorado School of Mines Press. – 1979. – P. 26–31.

30. Dyni John R. Geology and resources of some world oil shale deposits. – Scientific Investigations Report 2005–5294. – United States Department of the Interior, United States Geological Survey, 2006. – 49 p.

31. 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.

32. James Speight. Shale oil production processes//Gulf Professional Publishing. – 2012. – 200 p.

#### REFERENCES

1. Abbasov O. R. Distribution regularities and geochemistry of oil shales in Azerbaijan//Mineralni resursy Ukrainy. – 2017. – № 2. – P. 22–30. (In Russian).

2. Aliyev Ad. A. Unconventional fuel and energy resources of Azerbaijan//Mineralni resursy Ukrainy. – 2016. – № 4. – P. 32–38. (In Russian).

3. 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).

4. Aliyev Ad. A., Belov I. S. Oil shales. Geologiya Azerbaydzhana. – Baku: Nafta-Press, 2003. – Vol. 6. – P. 518–531. (In Russian).

5. Aliyev Ad. A., Belov I. S., Aliyev G. – M. A. Oil shales of Miocene in Azerbaijan//ANH. – 2000. – № 5. – P. 7–11. (In Russian).

6. Aliyev Ad. A., Belov I. S., Ibadzadeh A. D. Oil shales of Azerbaijan (geology, geochemistry and prospects of their use)//Tr. IGNANA. – 2002. – № 30. – P. 5–24. (In Russian).

7. Ali-zade A. A., Ahmedov G. A., Zejnalov M. M. Oil shales of Miocene in Azerbaijan//ANH. – 1962. – № 1. – P. 5–8. (In Russian).

8. Bogachev V. V. Geological expedition in the vicinity of Baku. – Baku: Aznefteizdat, 1932. – 28 p. (In Russian).

9. Weber V. V. Geological investigations of the SE part of the III-Z (Bayanata) tablet of the Kabaristan pastures. – Izd. Geolkomu, 1929. – Iss. 128. – 48 p. (In Russian).

10. Weber V. V. Geologicheskaya karta Kobystana, planshet II-3 (Bayanata)//Tr. NGRI. – 1935. – Ser. A. – Iss. 62. – 52 p. (In Russian).

11. Weber V. V. The problem of the oil content of the Paleogene and Miocene layers of Kobystan//Tr. NGRI. – 1939. – Ser. A. – Iss. 110. – 37 p. (In Russian).

12. Volarovich P. E. Oil-bearing areas of Kirmaku-Binagadi//Tr. GK, novaya ser. Geologiya USSR. – Vol. 7. Azerbaydzhanskaya SSR, Poleznye iskopaemye. – Moskva: Nedra, 1976. – Iss. 149. – P. 189–208. (In Russian).

13. Salaev S. G. Oligocene-Miocene deposits of the South-Eastern Caucasus and their oil and gas content. – Baku: AN Azerb. SSR, 1961. – 253 p. (In Russian).

14. Sultanov R. G. The oil shales of the southeastern Caucasus and the geological conditions for their distribution. – Fond IGANA, 1948. – 112 p. (In Russian).

15. 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).

16. Tihomirov V. V. The Guba oil shale deposit//Tr. Azerb. geol. upr. – 1942. – Vol. 4. – P. 67–68. (In Russian).

17. Tihomirov V. V. The geological structure of the Guba oil shale deposit//Tr. Azerb. geol. upr. – 1942. – Vol. 4. – P. 73–79. (In Russian).

18. Hain V. E. Geotectonic development of the South-Eastern Caucasus. – Baku: Azerneftizdat, 1950. – 224 p. (In Russian).

19. Abbasov O. R. Distribution regularities of shales of Paleogene-Miocene sediments in Gobustan. – Abstract of PhD thesis, Institute of Geology and Geophysics, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku, 2009. – 25 p.

20. 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.

21. 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.

22. 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.

23. Abbasov O. R. Distribution regularities of oil shale in Azerbaijan//ISJ Theoretical & Applied Science. – 2016. – Vol. 35. – Iss. 3. – P. 165–171.

24. Aliyev Adil, Abbasov Orhan. Organic geochemical characteristics of oil shale in Azerbaijan//The 36th National and the 3rd International Geosciences Congress. – Tehran, Iran. – February 25–27, 2018. – P. 1–10.

25. Aliyev Ad. A., Aliyev Ch. S., Feyzullayev A. A. et al. Geology of Azerbaijan. – Elm, 2015. – Vol. II. – 341 p.

26. Aliyev Ad. A., Bayramov A. A., Abbasov O. R., Mammadova A. N. Reserves of oil shale and natural bitumen//National Atlas of the Republic of Azerbaijan, Map (Scale 1:1 000 000), State Land and Cartography Committee. – P. 101.

27. Aliyev Ad. A., Guliyev I. S., Dadashov F. H. et al. Atlas of the world mud volcanoes. – Baku: Publishing house “Nafta-Press” and “Sandro Teti Editore”; 2015. – 321 p.

28. Aliyev Ad. A., Ibadzadeh A. D., Abbasov O. R. etc. The dynamics of genesis of organic substance in oil shales//Azerbaijan Oil Industry. – 2014. – № 7–8. – P. 3–7.

29. Baker J. D., Hook C. O. Chinese and Estonian oil shale//12<sup>th</sup> Oil Shale Symp. Proc. Colorado School of Mines Press. – 1979. – P. 26–31.

30. Dyni John R. Geology and resources of some world oil shale deposits. – Scientific Investigations Report 2005–5294. – United States Department of the Interior, United States Geological Survey, 2006. – 49 p.

31. 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.

32. James Speight. Shale oil production processes//Gulf Professional Publishing. – 2012. – 200 p.

Р у к о п и с о т р и м а н о 19.07.2018.



НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ  
**МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ  
УКРАЇНИ**

Коллектив журналу  
нагадує авторам  
і читачам, що триває  
передплата на журнал  
**МІНЕРАЛЬНІ РЕСУРСИ УКРАЇНИ**  
на II півріччя 2018 р.

Передплатний індекс  
за Каталогом  
періодичних видань України –  
**48336**