

УДК 553

Ад. А. АЛІЄВ, д-р геол.-мінерал. наук, професор, завідувач відділу «Муловий вулканізм» (Інститут геології і геофізики НАН Азербайджану), ad_aliyev@mail.ru

НЕТРАДИЦІЙНІ ПАЛИВНО-ЕНЕРГЕТИЧНІ РЕСУРСИ АЗЕРБАЙДЖАНУ

НЕТРАДИЦИОННЫЕ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ АЗЕРБАЙДЖАНА

(Матеріал друкується мовою оригіналу)

В статье рассмотрены нетрадиционные (альтернативные) ресурсы природных битумов, связанных преимущественно с грязевулканическими структурами. Выявлено более 50 нефтебитумных проявлений и скоплений, приуроченных к различным геологическим образованиям (мел-плиоцен) и расположенных в пределах нефтегазоносных районов Восточного Азербайджана. Изучены их геолого-геохимические особенности, подсчитаны прогнозные запасы, определены возможности практического использования для получения синтетической нефти, различных нефтяных продуктов (бензина, лигроина, смазочных масел и др.), а также извлечения редких химических элементов.

Ключевые слова: нетрадиционные ресурсы, природные битумы, нефтебитумные проявления и скопления, выходы нефтеносных пород, кировый покров, нефть: изотопно-тяжелая и легкая, асфальтены, микроэлементы.

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

UNCONVENTIONAL FUEL AND ENERGY RESOURCES OF AZERBAIJAN

This article focuses on unconventional (alternate) resources of native bitumen connected mainly with mud volcanic structures. More than 50 petroleum – bitumen occurrences have been revealed which are confined to various geological formations (Cretaceous – Pliocene) and are located within oil and gas bearing regions of Eastern Azerbaijan. Their geological-geochemical peculiarities are studied, forecast reserves are estimated, potential practical use is defined for production of synthetic crude oil, different oil-products (benzene, ligroin, lubricants, etc.) and also extraction of chemical rare elements.

Keywords: unconventional resources, native bitumens, petroleum-bitumen occurrence and fields, outcrops of oil-bearing rocks, brea cover, oils: isotopic – heavy and light asphaltenes, trace elements.

Введение

Азербайджан богат природными ресурсами, в том числе нефтью и газом. Вместе с тем в стране много и других нетрадиционных (альтернативных) источников углеводородного сырья – природных битумов, горючих сланцев, водорастворимых газов, газогидратов и пр., запасы которых немалые, однако пока не используются. Многовековая история добычи нефти и газа, всемирно известные их месторождения на суше и в акватории Каспия, надо полагать, и обусловили слабую изученность в Азербайджане нетрадиционных кладовых топлива и источников этого ценного УВ сырья, в частности природных битумов, рассмотрению которых посвящена настоящая статья.

Постоянный рост мирового энергопотребления, большие масштабы использования нефти и газа привели к снижению их роли в топливно-энергетическом балансе. Поэтому в последние два-три десятилетия во многих странах активизировались поиски и разведка месторождений природных битумов, особенно горючих сланцев, сооружаются опытные, полупромышленные установки для их переработки. Они используются не только для получения синтетической нефти и газа, но главным образом для производства нефтяных и химических продуктов и извлечения многих редких химических элементов.

Геолого-геохимические исследования природных битумов

Более 30 лет природные битумы и горючие сланцы являются объектом детальных геолого-геохимических исследований в Институте геологии и геофізики НАН Азербайджана. В результате выполненных за эти годы работ выявлены закономерности их распространения в стране, получены весьма хорошие данные относительно их качественной характеристики, в сравнении с таковыми зарубежными месторождениями, подсчитаны прогнозные запасы и определены методы их практического использования.

В настоящее время в Азербайджане выявлено свыше 50 нефтебитумопроявлений и скоплений. Они приурочены к различным геологическим образованиям и расположены в пределах Восточного Азербайджана: на Апшеронском полуострове, в Прикаспийско-Губинском, Шамахи-Гобустанском и Нижнекуруинском нефтегазоносном (ЮВ Ширван) районах (рис. 1). Прогнозные запасы – более 150 млн тонн.

К природным битумоносным образованиям относятся пески и песчаники, образующие нефтебитумные скопления, и выносимая грязевыми вулканами на земную поверхность нефть, которая, окисляясь, образует большие кировые покровы, а также кировые озера. Около 40 вулканов Азербайджана характеризуются обильным выделением нефти (рис. 2).

Нефти, выносимые грязевыми вулканами Азербайджана, были изучены совместно с нефтяными компаниями

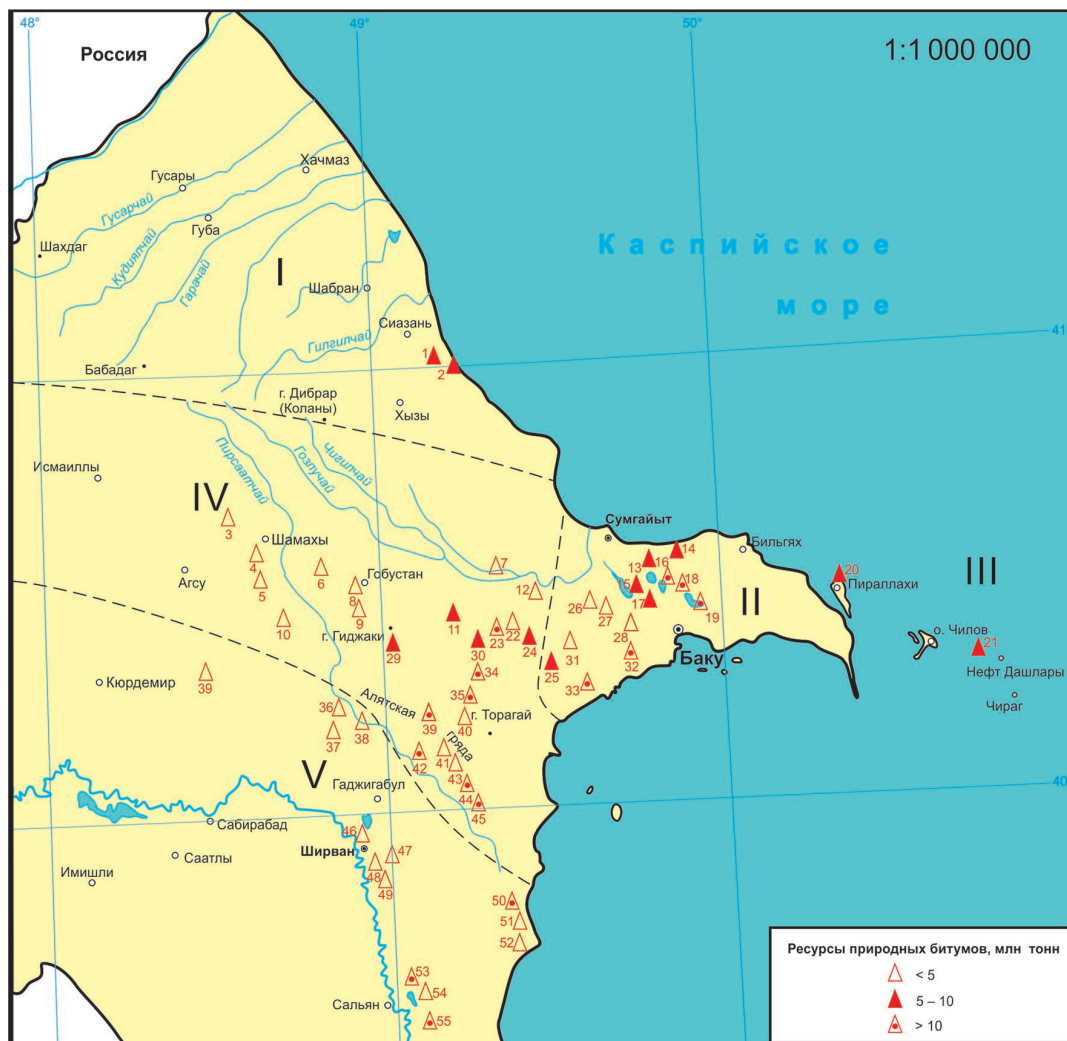
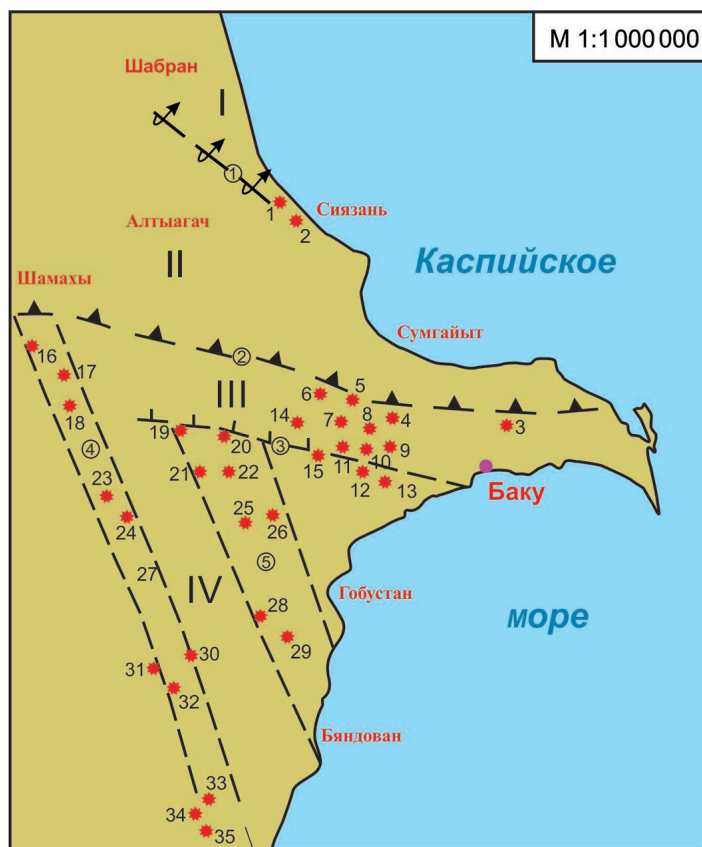


Рис. 1. Ресурсы природных битумов Азербайджана

I – Прикаспийско-Губинский район; II – Апшеронский полуостров; III – Апшеронский архипелаг; IV – Шамахи-Гобустанский район; V – Нижнекуринский район (ЮВ Ширван)

Природные битумы: 1 – Хыдырзинзе; 2 – Зарат; 3 – Мадраса; 4 – Чараган; 5 – Гырлыг; 6 – Гарпызлыг; 7 – Нефтиг; 8 – Шорсулу; 9 – Арабгадил; 10 – Дагколаны; 11 – Донгуздуг; 12 – Пирекяшкюль; 13 – Новханы; 14 – Фатмаи; 15 – Масазыр; 16 – Бинагади; 17 – Зигильпири; 18 – Гырмаки; 19 – Богбога; 20 – Пираллахи; 21 – Нефт Дашлары; 22 – Гырдаг; 23 – Гыргышлаг; 24 – Борансыз-Джылга; 25 – Гараэйбат; 26 – Агзыхазри; 27 – Гёкмалы; 28 – Гобу; 29 – Шейх Новруз; 30 – Чарани; 31 – Шорбулаг; 32 – Атешгах-Шубаны; 33 – Ахтарма-Пута; 34 – Чеилдаг; 35 – Рагим; 36 – Ахтармаарды; 37 – Ахтарма-Пашалы; 38 – Гырлыг (Хаарами); 39 – Гүлтух; 40 – Гырлыч; 41 – Арзани; 42 – Баридаш; 43 – Готур; 44 – Солахай; 45 – Айрантекен; 46 – Нефгдереси; 47 – Мишовдаг; 48 – Яндере; 49 – Гейтепе; 50 – Аралыг; 51 – Дошандаг; 52 – Бяндован; 53 – Бабазанан; 54 – Нефт салзасы; 55 – о. Гыррыг



“Бритиш Петролеум” (Великая Британия) и “Статойл” (Норвегия) и сопоставлены по составу с нефтью месторождений, а также керогеном (ОВ) нефтематеринских пород. В итоге впервые были получены данные об их изотопном составе, позволившие установить изотопно-тяжелую и легкую нефть и связать ее источники с палеогеном и миоценом. Эта нефть оказалась ароматического и метанового состава, сильно биodeградирующая с изотопным составом углерода (ИСУ) в пределах от $-24,76$ до $-27,88$ ‰ (Quliyev, Aliyev, Rahmanov, 1995; Aliyev, 2006).

На фото 1-4 приведены отдельные виды нефтебитумопроявлений и скоплений, связанные с грязевулканическими структурами.

Природные битумы успешно применяются для покрытия (асфальтирования) дорог, а именно: приготовления асфальто-бетонной и черногравийной смеси. Кроме того, они используются для получения различных нефтяных продуктов

Рис. 2. Карта грязевых вулканов Азербайджана, обильно выделяющих нефть

1 – Хыдырзынды, 2 – Зарат, 3 – Богбога, 4 – Агзыхазры, 5 – Пирекяшкюль, 6 – Нефтиг, 7 – Баяната-Сарыдаш, 8 – Гырдаг, 9 – Бурансыз-Джылга, 10 – Гыргышлаг, 11 – Агзыгыр, 12 – Шорбулаг, 13 – Гюльбахт, 14 – Донузлуг, 15 – Кафтاران, 16 – Матраса, 17 – Чараган, 18 – Гырлыг, 19 – Шорсулу, 20 – Шейтануд, 21 – Нардаранахтарма, 22 – Сулейманахтарма, 23 – Ахтармаарды, 24 – Ахтарма-Пашалы, 25 – Арзани, 26 – Гылыч, 27 – Гырлыг, 28 – Солахай, 29 – Айрантекен, 30 – Нефтяная балка, 31 – Яндере, 32 – Гейтепе, 33 – Бабазанан, 34 – Нефтяная салза, 35 – о. Гыррыг

(бензина, лигроина, смазочных масел и др.), а также, как уже отмечено ранее, для извлечения ряда редких химических элементов.

Стоит упомянуть, что на площади Гырмаки (Апшеронский п-ов) разработка природных битумов открытым способом была осуществлена еще в 1956 г. на опытной, полупромышленной термической установке производительностью 2,3–2,8 т/час и содержанием в 1 м³ породы 124–164 кг битума. Атмосферно-вакуумной перегонкой из нефтепродукта были получены: лигроиновая фракция и дизельное топливо, которое по своим качествам отвечало техническим нормам товарной продукции на основе обычной нефти Апшеронского п-ова. Кстати, большие запасы нефтеносных песков – тяжелой нефти установлены именно на этом месторождении (рис. 3).

Эта площадь находится восточнее Гырмакинского месторождения и является одним из древних нефтяных месторождений Апшеронского п-ова, где в 1973 г. была получена первая промышленная нефть в Азербайджане. Разработка месторождения продолжается и на повестке дня стоит вопрос извлечения и использования остаточной в недрах тяжелой нефти из основного нефтегазоносного объекта – продуктивной толщи (ПТ) нижнего плиоцена.

Имеется и ряд примеров использования природных битумов в зарубежных странах. В частности в Канаде, на месторождении Атабаска из нефтеносных песков в 1979 г. на двух заводах ежедневно добывали 16 тыс. тонн нефти, при этом коэффициент экстракции достигал 90 %. Кроме того, из нефти в промышленном масштабе извлекался ванадий (250–290 г/т) и никель (60–100 г/т). Уместно отметить, что азербайджанские битумы характеризуются высокими значениями Ni, Cr, Cu, Zn и Mo, значительно богаче (по сравнению с зарубежными) никелем (в среднем до 200 г/т), марганцем (до 2 кг/т), цирконием (до 500 г/т) и т. д.

Из публикаций 80-х годов XX столетия (Гольдберг, 1981; Халимов и др., 1987) известно, что канадские и американские компании уже в те годы в промышленном масштабе извлекали пентаокись ванадия, молибдена; было законсервировано несколько месторождений тяжелой нефти в связи с обнаружением в них золота и урана. Примечательно, что именно в Канаде на долю битуминозных пород приходится более 90 % мировых запасов битума.

Нужно отметить, что большинство нефтебитумных скоплений связаны с грязевулканическими структурами и расположены на выходах палеоген-миоценовых отложений. Сопряжены они с продольными тектоническими нарушениями, прослеживаемыми на своде, крыльях и периклинальных частях антиклинальных складок (табл. 1).

По каждому нефтегазоносному району выбрано и охарактеризовано несколько характерных площадей по выходам на земную поверхность нефтебитуминозных пород и в результате вскрытия скважинами.

В Нижнекуруинском районе на Бяндованской площади на участке Аралыг (промежуточная) горными выработками и скважинами в интервале 37–61 м вскрыт битуминозный пласт средней мощностью 8,4 м; окунтурена площадь, равная 31 га.

На пл. Бабазанан на разных участках северо-восточного крыла складки скважинами глубиной от 50 до 246 м вскрыты покровы мощностью от 3 до 40,5 м. Анализ фактического материала позволяет выделить до глубины их выклинивания (в среднем 125 м) один-два довольно выдержанных и близко расположенных друг под другом пластов. Площадь залежи до указанной глубины составляет 90 га при протяженности пластов – 2570 м и среднем расстоянии по падению – 350 м (рис. 4).

На юго-восточной периклинали Бабазананской складки среди обнажающихся пород продуктивной толщи находится кировое озеро “Гырыг” длиной 300–350 м и шириной 40–



Фото 2. Вулкан Чейлдере, выходы нефтеносных пород (Гобустан)

Фото 3. Вулкан Айрантекен, нефтяной песчаник (Гобустан)

Фото 4. Ахтарма-Пула, битумное поле (Апшеронский п-ов)

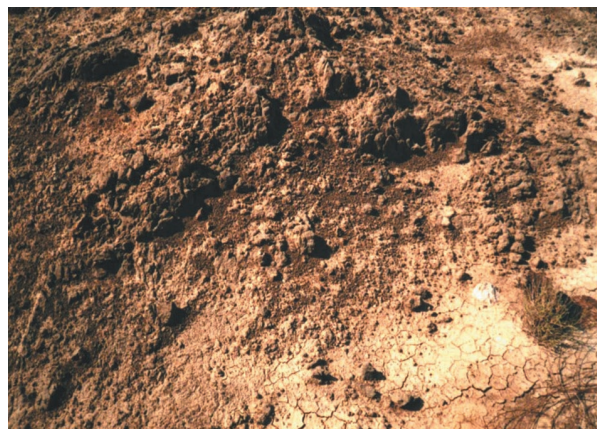


Фото 1. Вулкан Шорбулаг, кировый покров (Апшеронский п-ов)

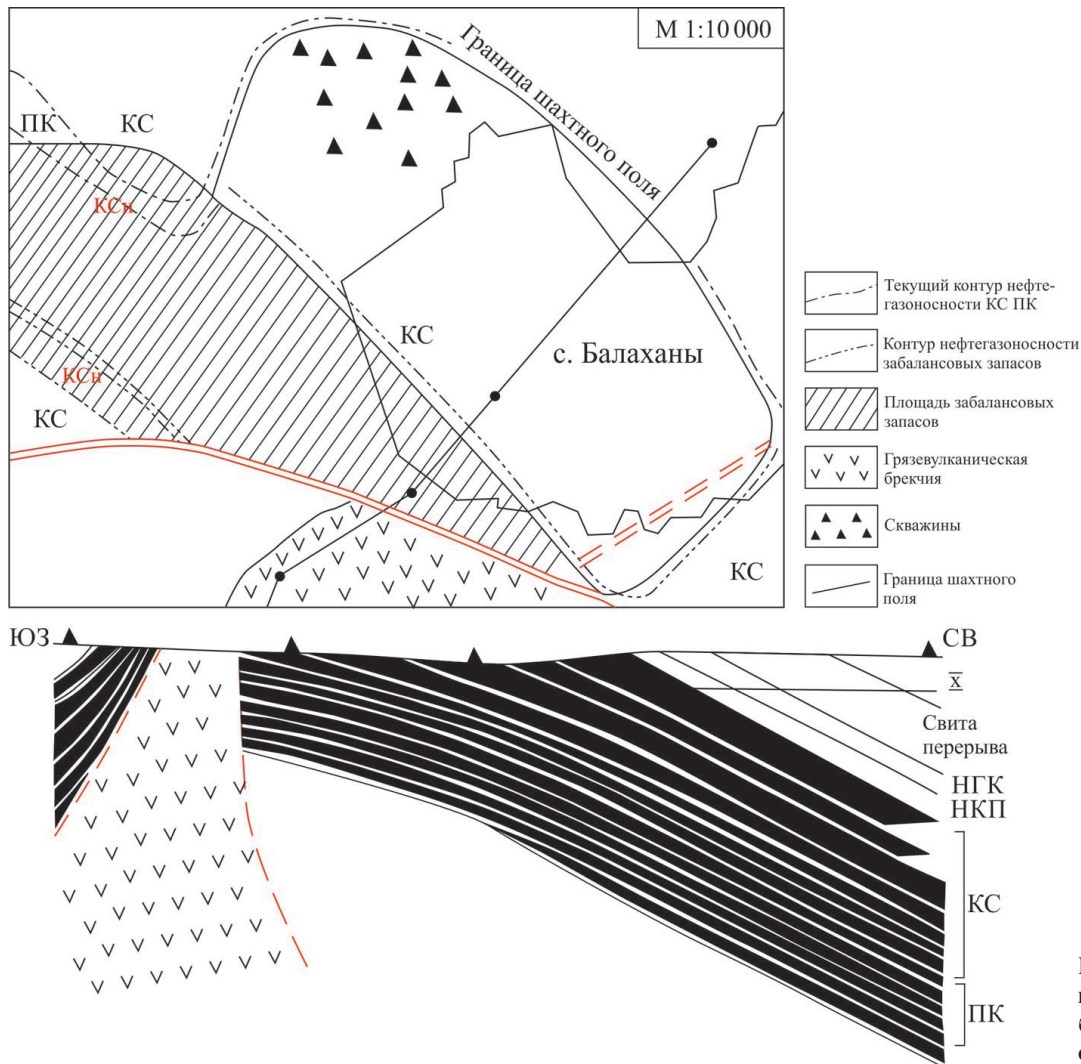


Рис. 3. Карта расположения шахтного поля в Балаханах и забалансовых запасов кирмакинской свиты (КС) в Хорасанах

Таблица 1. Нефтебитумные скопления Гобустана, связанные с грязевулканической структурой

Структура	Вулканы	Возраст пород в основании вулканов	Расположение вулканов в структуре	Тип нарушения	Площадь кировых покровов, га
Нефтикская	Нефтик	майкоп	северное крыло	продольное надвиговое	0,02
Гюльтаминская	Пирекяшкюль	эоцен	северо-восточное крыло	–	0,36
Гырдагская	Гырдаг	миоцен-майкоп	свод и южное крыло	продольное	0,80
Бояната-Сарыдашская	Бояната-Сарыдаш	майкоп-эоцен	присводовая часть юго-западного крыла	продольное надвиговое	0,04
Борансыз-Джыльгинская	Борансыз-Джыльга	майкоп	–	–	0,08
Шорсулинская	Шорсулу	плиоцен	северо-восточная периклиналь	–	0,01
Шейтанудская	Шейтануд	Акчагыл (в. плиоцен)	свод	–	0,01
Сулейманская	Сулейманахтарма	майкоп	свод	продольное взбросовое	0,05
Арзани-Гылынчская	Арзани	ПТ (н. плиоцен)	свод	–	0,06
Агзыгырская	Агзыгыр	–	присводовая часть южного крыла	–	0,03

50 м. При этом толщина битумной массы в среднем составляет 2 м, а ее насыщенность – от 43,7 до 89,5 % (фото 5).

В Гобустане выбраны для описания площади Айрантекен, Солахай и Барыдаш.

На юго-востоке пл. Айрантекен на участке Нефтяная балка (между вулканами Айрантекен и Готурдаг)

выделено шесть пластов протяженностью 1 500 м и эффективной мощностью 31,9 м. На другом участке, на площади размером в 24 га, вскрыты в среднем четыре битуминозных пласта общей мощностью 21,3 м. Битумонасыщенность пород в обнажениях и скважинах – порядка 5–6 %.

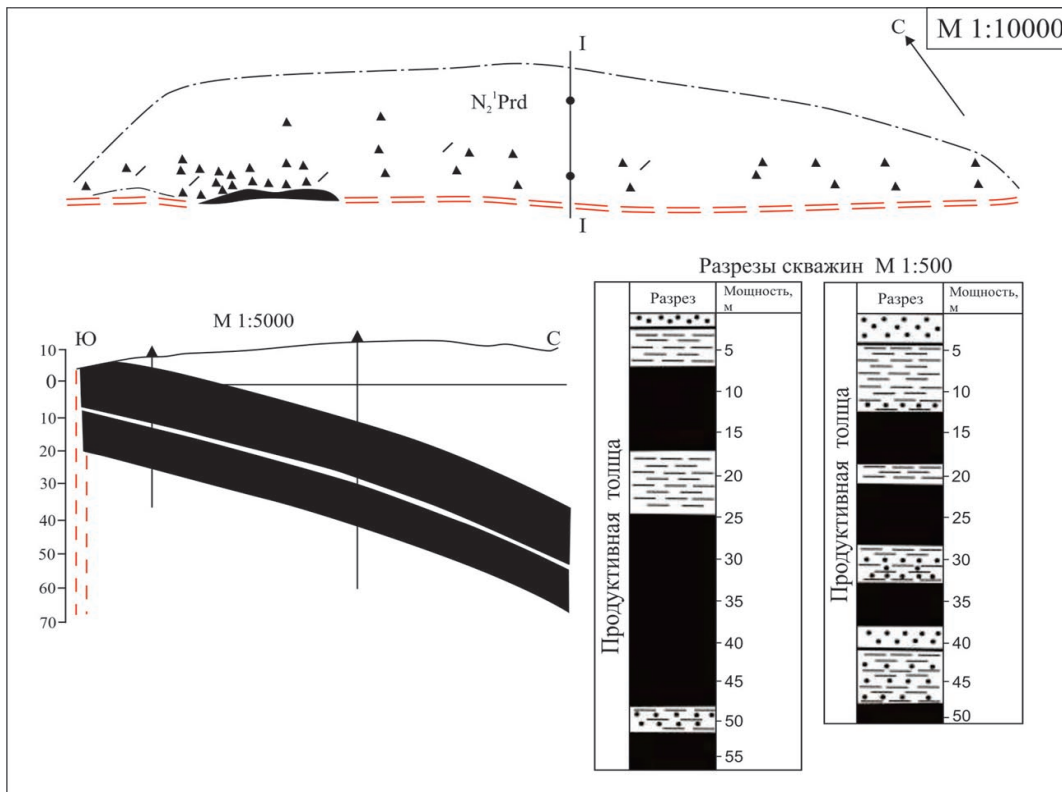


Рис. 4. Кратерное поле пл. Бабазанан

Выходы битуминозных пород на пл. Солахай представлены двумя-тремя пластами мощностью от 2 до 20,3 м и протяженностью 2 км. На не связанной с грязевулканической структурой пл. Баридаш в скважинах в интервале 1215–1518 м от кровли ПТ выявлено 16 битуминозных пластов мощностью от 2,8 до 12,2 м и средней протяженностью 2604 м.

И, наконец, в Прикаспийском районе битумными проявлениями выделяется Сиазанская моноклинал, в особенности Чандагар-Заратская подзона. Здесь в районе Чандагарского грязевого вулкана, приуроченного к майкопским песчано-глинистым породам, вдоль восточного окончания Сиазанского надвига непрерывно выделяющаяся густая нефть пропитывает породы майкопа на площади, составляющей 53 га. Средняя мощность битуминозных пород – 3,5 м.

В этом районе обильным выделением нефти характеризуется вулкан Хыдырзинде с диаметром сопочного поля около



Фото 5. Озеро Гырыг

Таблица 2. Геохимические особенности природных битумов

Вулканы, площади	Возраст	Компонентный состав, %				УВ состав фракции свыше 300 °С, %				Тип битума
		Масла	Смолы		Асфальтены	Метано-нафтеновые	Ароматические	Низкомолек. смолы		
			Бензолные	Спирто-бенз.						
Ахтарма-Пула, выходы	прод. ¹ толща	29,5	10,2	9,5	50,7	38,0	54,9	6,3	асфальт	
Хыдырзинде	майкоп	31,1	5,8	3,7	59,4	12,9	84,8	2,2	асфальт	
Айрантекен, скв., инт. 109–119 м	прод. толща	80,6	5,4	10,1	3,9	5,8	86,5	7,8	асфальт	
Айрантекен, выходы	прод. толща	30,1	7,7	13,4	47,7	8,3	84,4	7,2	нефть	
Айрантекен, скв., инт. 62–86 м	прод. толща	56,2	6,9	16,5	21,2	1,7	88,3	9,9	мальта	
Чеилдере, выходы	чокрак	16,5	4,3	8,9	66,9	–	82,7	17,3	асфальт	
Чеилдере, скв., инт. 20–78 м	чокрак	57,3	8,1	16,2	18,3	2,0	92,8	5,1	мальта	
Баридаш, выходы	прод. толща	25,8	6,4	13,8	53,9	39,8	49,9	10,3	асфальт	
Баридаш, скв., инт. 19–39 м	прод. толща	51,8	10,5	20,1	17,6	16,3	67,2	16,5	мальта	

¹ продуктивная толща – нижний плиоцен

80–100 м, с действующими центрами эрупции. В центральной части поля находится крупная действующая сопка высотой 5 м (фото 6).

Относительно геохимических особенностей природных битумов, изученных по выходам на дневную поверхность и из скважин, следует отметить резкие различия в их компонентном и углеводородном составе. Битумы из выходов битумных пород на поверхность подвержены окислительным процессам и степень их восстановленности с увеличением глубины залегания пластов повышается. В обнажениях кислые компоненты преобладают над нейтральными. В компонентном составе поверхностных битумов преобладают асфальтены и такие битумы причисляют к классу асфальт (табл. 2).

В качестве примера можно привести составы битумов продуктивной толщи из выносов грязевого вулкана Айрантекен. В поверхностном битуме содержание асфальтенов составляет 47,7 %, масел – 30,1 % (класс асфальт), а в битуме из скважины асфальтены достигают лишь 21,2 % при заметном повышении масляных компонентов (56,2 %) – класс мальта. При увеличении глубины залегания пластов наблюдается резкое повышение количества масел (80,6 %) и уменьшение содержания асфальтенов (5,8 %). Тип битума – нефть (табл. 2).

Изменение битумов, в силу избирательного потребления микроорганизмами УВ метанового ряда, приводит к постепенному превращению метановой нефти в нафтеновую (Петров, 1981). Согласно выполненным нами анализам (более 20-ти), в углеводородном составе битумов, отобранных из обнажений и скважин, основную массу составляют моноциклические ароматические УВ, которые изменяются от 55,36 до 71,34 %, тогда как бициклические и полициклические соответственно 3,94–14,8 % и 3,17–14,5 %. При этом низкомолекулярные смолы варьируют от 4,4 до 23,28 % и их содержание в скважинах больше, чем в обнажениях (Алиев, Белов, 1995).

Впервые в выделенных петролейным эфиром асфальтенах были определены микроэлементы, т. к. в этой фракции битумов их концентрация наблюдается, за редким исключением, почти во всех исследованных местопоявлениях и скоплениях битума.

Ниже приведены результаты анализа микроэлементного состава битумов продуктивной толщи, отобранных из выходов битумных пород и скважин исследованных местоскоплений Нижнекуринского района:

Fe – 2050 – 11830 г/т (ср. 7227); Ni – 60 – 132,5 г/т (ср. 103,6);

Ti – 490 – 650 г/т (ср. 590); Cu – 21 – 60 г/т (ср. 47,6);

V – 16 – 26,5 г/т (ср. 23,5); Zn – 37 – 70 г/т (ср. 55,1);

Cr – 34 – 96 г/т (ср. 72,7); Mo – 3 – 8 г/т (ср. 5,8);

Co – 3,2 – 5,7 г/т (ср. 3,8); Zr – 110 – 350 (ср. 235).



Фото 6. Вулкан Хыдырзинде, действующая сопка

Обобщенный концентрированный ряд для битумов, отобранных из выходов битумных пород, имеет следующую последовательность:

$$F > Ti > Zr > Mn > Ni > Cr > Zn > Cu > V > Mo > Co.$$

С глубиной содержание микроэлементов в битумах, в целом по мере снижения асфальто-смолистых веществ, сохраняет или уменьшает свою концентрацию. Обобщенный концентрированный ряд для битумов, экстрагированных из выходов исследованных местоскоплений Гбустана (с некоторыми изменениями количества элементов в сторону увеличения или уменьшения), имеет примерно такое же распределение

$$F > Ti > Zr > Mn > Ni > Cr > Cu > Zn > V > Co > Mo.$$

При этом отношение V/N является коррелирующим для изученных районов.

И в заключение еще об одном нетрадиционном источнике УВ сырья в Азербайджане, к которому можно отнести загрязненные нефтью участки земли на территории старых нефтяных месторождений Апшеронского полуострова, где в те годы добыча велась фонтанным способом. Мы подсчитали, что если собрать всю нефть, пропитавшую территории десяти старых месторождений: в Локбатане, Бинагады, Бибиэйбате, Балаханы, Сураханы, Пута, Аташкях, Шубаны и др., т. е. произвести очистку загрязненной почвы глубиной 1 м, то можно получить около 60 млн т нефти. Исходя из того, что сейчас добыча нефти в Азербайджане составляет 42 млн т/год, – это солидная цифра. При этом будут решены и экологические проблемы: на очищенной земле можно сажать деревья, кустарники, благодаря чему очистится воздух.

В этой связи надо отметить, что еще в 1997 г. специалисты Центра научно-производственного развития “Пористан” в составе Международной энергетической академии разработали новый способ добычи топлива из загрязненной нефтью почвы Раманинского месторождения, получив в результате 30 % нефтепродуктов. А в 2001 году компания Omme Re построила на Апшеронском полуострове завод с целью очистки загрязненных нефтяных земель на старых промысловых участках. Несколько лет назад проводились работы по рекультивации земель и на месторождении Бибиэйбат.

Таким образом, природные битумы, несомненно, представляют научно-практический интерес и, думается, недалек тот день, когда эти нетрадиционные нефтегазовые богатства, в частности нефтебитумные проявления и скопления, будут востребованы и найдут свое практическое применение.

Выводы

– Изученная нефть из выносов грязевых вулканов нафтен-ароматического и метанового состава в сильной степени окислена и биодegradирована. Нефть, генерированная палеоген-нижнемиоценовым (эоцен, майкоп) комплексом, – изотопно-легкая ($\delta^{13}C = -28,5 - 27 \text{‰}$), средне-верхнемиоценовая нефть – изотопно-тяжелая ($\delta^{13}C = -26 - 24,5 \text{‰}$).

– Битумоскопления генетически связаны с нефтью и образовались в результате ее гипергенных преобразований при излиянии на поверхность из различных нарушений и эруптивных каналов грязевых вулканов. Нефтебитумы в основном пластовые и покровные, характеризуются преимущественно нафтеновыми и ароматическими углеводородами.

– Геохимический анализ нефтеносных пород грязевулканической брекчии позволяет определить глубину их залегания.

ния, связанную главным образом с палеоген-миоценовым комплексом отложений.

– Выявлено, что основную часть масляной фракции битумов нефтегазоносных районов Азербайджана составляют моноциклические ароматические углеводороды. С увеличением глубины залегания степень восстановленности битумов увеличивается.

– Наиболее повышенными концентрациями микроэлементов обладают битумы продуктивной толщи нижнего плиоцена, характеризующиеся высокими значениями Ni, Cr, Cu, Zr и Mo; промежуточными – битумы майкопских отложений и незначительными – меловая нефть.

– В связи с повышенным содержанием в некоторых битумоскоплениях и повсеместно в асфальтенах продуктивной толщи никеля, молибдена и циркония рекомендуется деасфальтировать эти битумы для извлечения указанных микроэлементов. Битумы, лишенные обогащенных элементов и большого количества легкой фракции, могут быть использованы в дорожном строительстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев Ад. А., Белов И. С. Химико-микроэлементный состав битумов Азербайджана и их практическое применение//Труды Института геологии НАН Азербайджана. – 1995. – № 25. – С. 43–51.
2. Алиев Ад. А. Грязевой вулканизм Южно-Каспийского нефтегазоносного бассейна//Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2006. – № 3. – С. 35–51.
3. Алиев Ад. А., Гулиев И. С., Дадашев Ф. Г., Рахманов Р. Р. Атлас грязевых вулканов мира. – Баку: Изд-во “Nafta-Press”, Sandro Teti Editore, 2015. – 322 с.
4. Гольдберг И. С. Природные битумы СССР. – Л.: Недра, 1981. – 195 с.

5. Петров Ал. А. Углеводороды нефти. – Москва: Наука, 1981. – 231 с.

6. Халимов Э. М., Лимушин И. М., Фердман Л. И. Геология месторождений высоковязких нефтей СССР. – Москва: Недра, 1987. – С. 11–12.

7. Guliyev I. S., Aliyev Ad. A., Rahmanov R. R. Geological and Geochemical Study of the Mud volcanoes of Azerbaijan//AAPG International Conference Exhibition. Abstract, Nice. – France. – 10–13 September, 1995. – P. 29a.

REFERENCES

1. Aliyev Ad. A., Belov I. S. Chemical and trace element composition of Azerbaijan bitumens and their practical application// Trudy Instituta geologii NAN Azerbajdzhana. – 1995. – № 25. – P. 43–51. (In Russian).

2. Aliyev Ad. A. Mud volcanism of the South Caspian oil and gas basin//Geologiya i poleznye iskopaemye Mirovogo okeana. – 2006. – № 3. – P. 35–51. (In Russian).

3. Aliyev Ad. A., Guliyev I. S., Dadashev F. G., Rahmanov R. R. Atlas of the mud volcanoes of the world. – Baku: Izdatelstvo “Nafta-Press”, Sandro Teti Editore, 2015. – 322 p. (In Russian).

4. Goldberg I. S. Natural bitumens of the USSR. – Leningrad: Nedra, 1981. – 195 p. (In Russian).

5. Petrov Al. A. Hydrocarbons of oil. – Moskva: Nauka, 1981. – 231 p. (In Russian).

6. Halimov Je. M., Limushin I. M., Ferdman L. I. Geology of the highly viscous oils deposits in the USSR. – Moskva: Nedra, 1987. – P. 11–12. (In Russian).

7. Guliyev I. S., Aliyev Ad. A., Rahmanov R. R. Geological and Geochemical Study of the Mud volcanoes of Azerbaijan//AAPG International Conference Exhibition. Abstract, Nice. – France. – 10–13 September, 1995. – P. 29a.

Рукопис отримано 17.10.2016.

