

## ДИЛИЖАНСКОЕ МЕСТОРОЖДЕНИЕ ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ: СТРОЕНИЕ, СОСТАВ, УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ

© 1997 г. Р. А. Мандалян

Институт геологических наук ИАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
Поступила в редакцию 17.04.96.

На основании литолого-формационного анализа рассмотрены основные черты дилижанского сланценосного поля, дана всесторонняя характеристика горючих сланцев и сопутствующего терригенного парагенезиса.

Существенным фактором образования сланцев является формирование тектонической впадины, которая по мере обводнения превращалась в озерный водоем продолжительного развития с интенсивной терригенной садкой (конгломераты, песчаники, алевролиты). В его неглубоких иловидных впадинах накапливались тонкозернистые глинистые и алевроглинистые осадки со значительным содержанием органического вещества (ОВ), необходимого для формирования горючих сланцев. Исходным материалом служил планктон-зеленые, желтовато-зеленые, а также бурые водоросли. Процесс вызревания этой биомассы в конечный горючий компонент протекал в несколько стадий глубоких химических превращений. По особенностям состава дилижанские сланцы являются сапропелевыми и сапропелево-гумусовыми.

*Геологическое строение.* Дилижанская терригенная сланценосная формация (Севано-Ширакский синклиорий, верхний олигоцен—нижний миоцен залегает с размывом на неровной поверхности вулканитов верхнего эоцена [5,9]). В пределах Большого Дилижана она развита в виде полосы, обнаженной в бассейне р. Агстев на протяжении 10 км — от окраины микрорайона Шамахян до местечка «Редькин лагерь» и окрестностей озера Парзлич. Породы Дилижанской формации интенсивно дислоцированы и собраны в синклинальную складку, осложненную мелкой гравитационной складчатостью. Они характеризуются значительными (25—55°), а в приразломных зонах очень крутыми (65—80°) падениями слоев. По вещественному составу имеет место полное преобладание терригенных накоплений (конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, глины, горючие сланцы), имеющих в отдельных интервалах разреза циклическое строение. По левобережью р. Агстев в кровле формации среди терригенных накоплений развиты углистые аргиллиты и маломощные слои углей. Дилижанская сланценосная формация характеризуется значительной изменчивостью состава, которая становится отчетливой при сопоставлении строения двух противоположных бортов ущелья р. Агстев. В левобережье она представлена в следующей последовательности [9]. 1. Чередование мелко-среднегалечных конгломератов с гравелитами и песчаниками (50—60 м). 2. Преимущественно мелкозернистые терригенные накопления (с отдельными пачками конгломератов), содержащие 6 слоев горючих сланцев. Характерно присутствие пресноводной ихтиофауны и растительных остатков (200—250 м). 3. Зеленовато-серые и серые песчаники, переходные к гравелитам. Содержат пресноводные гастроподы (50—60 м). 4. Агстевские конгломераты, содержащие в подчиненном количестве гравелиты и песчаники, а в кровле—углистые аргиллиты (200—250 м). 5. Подсвета углистых сланцев, представленная чередованием песчаников и углистых аргиллитов, содержащих несколько маломощных (25—40 см) слоев углей (80—120 м).

Иной состав терригенных накоплений присущ обширной площа-

ти правобережья Агстев, расположенной между микрорайоном Кахин-Хач и озером Парзлич. Основание формации, обнаженное на юго-восточной окраине города (конгломераты, гравелиты и песчаники, мощность 40—110 м), здесь не вскрыто. У противоположной галереи Дилижана и в крутых ущельях речек стекающих со склонов г. Маймех, по данным автора, наблюдается следующая последовательность разреза. 1. Чередование коричневых аргиллитов, алевролитов и песчаников, содержащих растительный детрит (35 м). 2. Горизонт терригенных накоплений, представленный чередованием тонкослоистых аргиллитов, листоватых горючих сланцев и песчаников, содержащих маломощные слои конгломератов (35—38 м.) 3. Темно-серые и черные листоватые горючие сланцы с прослоями алевритистых глин (6 м) 4. Известковистые песчаники с конкрециями мергелей (32 м). 5. Чередование коричневых глин (преобладают) с тонкорассланцованными горючими сланцами (26—30 м). 6. Серые средне-крупнозернистые песчаники с прослоями конгломератов, гравелитов и горючих сланцев (48 м). 7. Светло-коричневые слоистые песчаники с примесью гравия и редких галек (35 м). 8. Преимущественно алевро-пелитовые накопления, содержащие 4 слоя горючих сланцев (0,8—3 м), листоватых и рассыпчатых (55 м). 9. Мелкозернистые песчаники, переходящие в глинистые алевролиты с конкрециями углей и раковинами пелеципод (45 м). 10. Светло-коричневые алевритистые песчаники с прослоями мелкообломочных конгломератов, гравелитов и туффитов (85 м). 11. Алевритистые глины и глинистые сланцы с отдельными пачками песчаников, гравелитов. Содержат примесь и прослой кислой пирокластике (89 м). Выше обнажены андезиты, слагающие массив г. Маймех.

Суммарная мощность разреза (без его основания—нижней части) находится в пределах 420—460 м. Аналогичное строение присуще формации по линии «Редькин лагерь»—Пансионат кинематографистов—оз. Парзлич. В кровле здесь заметна обогащенность терригенного материала пирокластической примесью, а данные бурения, проведенного Дилижанской инженерно-геологической экспедицией ИГН, указывают на развитие мелко-среднеобломочных пирокластических брекчий мощностью до 10—12 м.

Изложенное показывает, что при общем преобладании терригенного компонента Дилижанская формация характеризуется неоднородностью строения, отражающей различия общей палеогеографической обстановки и внутрибассейновых фациальных условий в отдельные интервалы развития.

*Главные типы пород.* Конгломераты в целом обильны, хотя по площади развиты неравномерно. В их составе преобладают среднегалечные разновидности (2,5—5 см) при несколько подчиненном значении крупногалечных (5—10 см). Последние содержат валуны (15—20 см) и окатанные глыбы (1—1,5 м). По форме преобладают округло-сферичные и слегка сплюснутые сфероидальные разности, тогда как уплощенные и плоско вытянутые гальки составляют не более 10—15% от их общего количества. Слагаются они следующими петрографическими типами: трахириолитами, риодацитами—55—75%; андезито-дацитами, трахиандезитами и андезитами—20—45%; андезито-базальтами, базальтами—5—15%; песчаниками, алевролитами, аргиллитами—3—5%.

Кроме того присутствуют единичные гальки вариолитов, известняков с вулканокластической примесью мергелей, а в конгломератах основания—гранитных и щелочных интрузий. Заполнитель песчано-

гравийный, соответствующий общему составу галек. Цемент (связующее вещество)—глинистый и часто пропитан гидроокислами железа. Содержит в небольшом количестве растительный детрит и еще реже обломки остракод и пелеципод.

*Песчаники* преимущественно представлены кислыми граувакками [8]. Они характеризуются обилием (до 85%) окатанных фрагментов эффузивных пород при подчиненном значении зерен кварца и полевых шпатов (санидин и плагиоклазы ряда олигоклаз-андезин). В составе обломков диагностируются следующие главные разновидности: санидиновые трахириолиты с вкрапленниками высокотемпературного кварца, санидина, кислого плагиоклаза и биотита в микрофельзитовой или сферолитовой основной массе; опациitizedованные щелочные и субщелочные риодациты и дациты с вкрапленниками калишпата, кислого плагиоклаза и биотита в девитрифицированной связующей массе.

В подчиненном количестве (10—18%) в составе граувакк развиты обломки трахиандезитов, андезитов, андезито-базальтов, а также песчаники терригенных пород. Цемент (8—30%) представлен глинистым материалом, в составе которого преобладает каолинит. Карбонатность песчаников небольшая (0,4—4,2%), а ее эпизодическое возрастание до 10—12% связано с присутствием в цементе раковинок пелеципод и гастропод. Наряду с кислыми (трахириодацитовыми) граувакками развиты также их смешанные разновидности, содержащие около 20—30% песчинок андезитового и базальт-андезитового состава. Формирование другой разновидности смешанных песчаников связано с разбавлением терригенного материала свежей пирокластикой. Это буро-красноватые фрагменты кислого стекла, включая типичные фьямме, а также тефроидный материал андезито-дацитового и андезитового ряда. По мере увеличения этого компонента имеет место переход от граувакк к терригенно-пирокластическим туффитам [8]. Их количество возрастает к кровле формации, что отчетливо фиксируется на северо-восточной окраине гор. Дилижана, где среди чисто терригенных накоплений и туффитов развиты также туфы.

*Алевролиты* формируют самостоятельные пачки или же развиты в виде ритмических сочетаний с мелкозернистыми песчаниками, аргиллитами и горючими сланцами. По петрографо-минеральным особенностям они идентичны песчаникам, отличаясь уменьшением породного компонента и возрастанием минерального. Цемент глинистый. Алевролиты содержат раковины моллюсков и обильные растительные остатки.

*Карбонатные породы* маломощны (2—15 см) и редки. Они представлены двумя разновидностями: детритовыми ракушечными известняками и мергелями. Первые слагаются обломанными (реже цельными) раковинками гастропод, остракод и меньше пелеципод, среди которых присутствуют желвачки синезеленых водорослей и овальные зерна кальцита. Примечательно отсутствие обломков кораллов, морских ежей, криноидей, а также зерен доломита. Мергели слагаются смесью мелко-микрозернистого известкового ила, содержащего расплавленные и цельные раковинки моллюсков, с тонкоагрегатным глинистым веществом.

*Горючие сланцы* связаны главным образом с нижней—средней частью разреза формации. В обнажении это темно-серые или почти черные тонкослоистые породы. При ударе молотком они распадаются на тонкие (2—3 мм) листоватые агрегаты и мелкую щебенку. На свежей поверхности наслаения сланцев иногда заметны следы ряби. В сухих, качественных разновидностях они зажигаются от огня и горят

## Химический состав горючих сланцев\*)

№№ п п	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	MgO	MnO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	Собщ.	Вл.	п.п.п
1.	52,20	0,28	14,20	6,51	0,50	5,50	2,30	0,18	0,15	0,90	сл.	2,50	1,18	1,18	0,15	13,45
2.	48,30	0,14	17,26	6,6,	0,22	4,20	0,85	0,14	0,50	1,90	сл.	1,26	8,53	8,53	2,10	8,00
3.	48,09	0,64	17,28	4,85	1,43	4,55	0,90	0,11	0,75	1,80	0,16	2,02	0,84	0,84	4,12	12,16
4.	49,27	0,69	17,10	4,79	2,29	2,82	1,61	0,14	0,67	1,70	0,57	0,88	0,60	0,60	4,45	12,41
5.	48,48	0,46	18,42	5,80	0,24	5,65	1,82	0,05	0,93	2,90	0,09	2,00	0,60	0,60	2,33	10,22
6.	48,68	0,64	16,66	4,60	2,01	5,64	1,46	0,32	1,30	2,60	0,57	3,16	1,28	1,28	2,95	8,13
7.	43,45	0,59	12,43	8,62	0,87	4,00	3,66	0,36	0,47	1,00	0,69	1,05	2,14	2,14	3,21	17,46
8.	43,88	0,20	16,23	6,23	0,35	5,84	1,53	0,05	0,50	1,77	0,10	1,84	0,90	0,90	3,50	17,08
9.	42,24	0,14	17,46	5,12	0,13	5,78	2,03	0,05	0,50	1,76	0,05	2,50	5,00	5,00	3,43	13,81
10.	55,00	0,20	16,17	5,72	0,18	2,01	1,81	0,02	0,48	1,75	сл.	0,20	0,71	0,71	3,29	12,46
11.	55,27	0,32	11,8	6,06	0,32	4,18	1,76	0,02	2,11	3,10	0,20	0,46	0,20	0,20	4,10	10,10
12.	45,28	0,30	15,57	6,27	0,35	4,22	1,58	0,05	0,68	1,90	0,15	1,13	0,95	0,95	3,97	17,62

\*) Анализы выполнены в химлаборатории ИГи НАН РА. Анализы приведены к 100%.

со специфическим запахом жженной резины. Изучение под микроскопом показывает, что горючие сланцы слагаются тонкодисперсной смесью глинистого компонента с горючим органическим веществом (керогеном). Согласно данным рентгеноструктурного и электронографического анализов, в составе глинистого компонента отчетливо преобладает каолинит. По мере наращивания разреза в глинах диагностируется небольшая примесь монтмориллонита и, предположительно, смешаннослойного образования типа слюда-монтмориллонит. Песчано-алевритистая примесь представлена окатанными зернами кислых-средних и в меньшей мере основных вулканитов. Ей соответствует магнетит-диопсид-циркон-биотитовая ассоциация минералов тяжелой фракции. Темноцветные минералы (авгит, титан-авгит, амфибол, гиперстен) имеют второстепенное развитие. В невыветрелых разновидностях в изобилии присутствует пирит (марказит) в форме конкреций и псевдоморфоз по органическим остаткам. В составе легкой фракции развиты кварц, санидин, плагиоклазы, вулканическое стекло, а также выветрелые и оглиненные минералы. Изредка присутствуют единичные кремнистые раковинки диатомей. Горючий компонент представлен желтовато-бурым или коричневым керогеновым веществом с заметной или отчетливо выраженной люминесценцией. Судя по реликтам, его преобладающая часть представлена коллоальгинитом, по классификации А. И. Гинзбург [3]. В литературе считается, что большая часть коллоальгинита различных месторождений горючих сланцев является продуктом разложения планктонных, преимущественно бесскелетных зеленых и желтовато-зеленых водорослей. Предполагается также, что коллоальгинит может иметь более общее зоогенно-фитогенное происхождение. В качестве примеси (8—15%) определяется присутствие красноватого и бурокоричневого вещества псевдовитринитового характера, развитого в виде сплошных полос, линзочек, а также каемок, облегающих комочки органического, в том числе водорослевого происхождения, а также минеральные зерна. От витринита, исходным материалом которого являются высшие растения, псевдовитринит отличается цветом и более низким показателем преломления. В литературе последних лет считается, что по исходному материалу псевдовитринит горючих сланцев представляет собой остатки донных бурых водорослей, являющихся частыми обитателями мелководных бассейнов [4, 7]. Изложенные данные позволяют отнести большую часть горючих сланцев Дилижанского месторождения к коллоальгинит-псевдовитринитовым. Примесь витринитового компонента проявлена в сланцах средней части разреза по левобережью реки Штоганаджур и в районе железнодорожного узла Дилижана (левобережье Агстев).

Согласно данным 12 полных силикатных анализов сланцев, колебания породобразующих компонентов обусловлены значительными вариациями величин п. п. п. (от 8,13 до 17,62%), которые коррелируются с содержаниями органического вещества. Заметны слабая карбонатность сланцев, отчетливое преобладание окисного железа над закисным, калия над натрием, а также умеренные содержания серы (кроме проб 1 и 9). По результатам 50 спектральных анализов, примечательны вышекларковые содержания ванадия (0,001—0,02), среднее 0,016% и циркония (0,001—0,018), среднее 0,009%. В подобных обстановках ванадий накапливается в илах при отмирании планктона (частично бентоса) и в меньшей мере связан с органическим веществом растений. Предполагается, что он присутствует в форме ванадий-органических, в том числе порфириновых соединений, т. е. сложного циклического соединения хлорофиллового ряда. Заметное количество

циркония связано с обилием циркона в составе обломочной примеси горючих сланцев. Содержания других микрокомпонентов следующие: Sr—0,032-0,01, среднее 0,026%; Ba—0,003-0,075, среднее 0,042%; Cu—0,001-0,006, среднее 0,004%; Ge—0,001-0,006, среднее 0,003%. Показательно близкларковое содержание в горючих сланцах свинца и цинка.

Ниже приводим химико-технологические показатели горючих сланцев, основанные на фондовых (1949, 1956) и авторских данных. Теплотворная способность горючих сланцев Дилижанского поля находится в пределах 3600—7840 кДж/кг, что нельзя признать высоким показателем. Вместе с этим поясним, что по результатам 30 проб нельзя окончательно судить о качестве сланцев. Особо отметим, что с конца 70—начала 80-х годов исключительно важное значение придается другому показателю—проценту выхода смолы. Связано это с экстрагированием в промышленных масштабах горючего компонента из сланцевых запасов с сравнительно невысокой теплотой сгорания, но значительным выходом смолы. Судя по результатам 10 проб, отобранных автором по правобережью р. Агстев, сланцы этого участка относятся к промежуточным между средне— (10,25—14,7%) и низкосмоляными (4—9,8%). Поясним, что по этому признаку в промышленных классификациях выделены три типа сланцев [7].

Высокосмоляной, самый богатый (20—40% на сланец), который редок. Сланцы подобных месторождений (Австрия, Тасмания, Таиланд) используются для производства химических продуктов и сжигаются без глубокого обогащения.

Среднесмоляной вид (10—20% на сланец), на который приходится основная доля мировых запасов (Гран-Ривер, Колорадо—США, Усть-Каменогорск—Россия). Как и в первом случае они используются для раздельного получения путем пиролиза и экстракции сланцевой смолы бензина, керосина, топливного масла, битумов.

Низкосмоляной вид характеризуется выходом смолы на сланец в среднем менее 10%. В недавнем прошлом они редко где использовались. В 80-ые годы в США считалось экономически оправданным разработка сланцев с выходом смолы 4—15% (в среднем 6—8%) при условии комплексной и безотходной технологии.

Зольность дилижанских сланцев колеблется в пределах 68—84,7% и в среднем составляет 78,8%, что относит их к группе высокозольных (70—84%) разновидностей. Этим свойством обусловлен их высокий удельный вес—1,89-2,65. По составу зола близка к алюмосиликатному типу, который используется в цементном производстве, а также получении стеклокристаллического материала. Отметим, что сланцы с зольностью выше 84% в современной промышленности, как правило, не используются. Высокозольные сланцы в 70—80-х годах разрабатывались в Китае (Фушунь) и Германии (Вюртенберг)—в первом случае попутно с углем, во-втором также комплексно—вместе с сжиганием в топках теплостанции они являлись источником вяжущих веществ.

В современной промышленности считается экономически обоснованным использование горючих сланцев в качестве комплексного сырья: топливно-энергетического, химического и строительного. Возможности безотходной переработки с одновременным использованием органической и минеральной составляющих дилижанских сланцев могут быть определены при тщательном анализе геологических, химико-технологических и экономических показателей. Важным при этом является прогнозирование возможных экологических и инженерно-геологических последствий для территории Большого Дилижана.

*Условия формирования.* На фоне общего воздымания Севано-

Ширакского синклинория в верхнем олигоцене—нижнем миоцене имело место формирование тектонической впадины, которая по мере подпруживания и обводнения превращалась в озерный водоем продолжительного развития. В его питании главную роль играл терригенный материал, образованный деятельностью горных рек, и береговые озерные накопления, связанные с размывом скалистого вулканического побережья. Существенным фактором возникновения огромных масс обломочного материала были русловые водные потоки при большом значении устьевых выносов (пролювия), чему способствовали как геоморфологические, так и климатические условия. Первые, подготовленные структурно-магматической деятельностью, заключались в расчлененности рельефа озерного побережья и его обрамления, а также значительном превышении водоразделов над областью аккумуляции. Отчетливо гумидные условия (о них речь пойдет ниже) обеспечивали стабильность гидрологического режима горных водотоков, необходимую для размыва коренных пород и быстрой транспортировки обломочного материала. Озерная седиментация протекала на фоне неопозначенного темпа поднятий питающей области, о чем свидетельствует сильная переменчивость гранулометрического состава накоплений и в особенности характер развития конгломератов. Отчетливой чертой терригенной седиментации является преобладание в накоплениях окатанных и полуокатанных обломков кислых и умеренно-кислых эффузивов с калиевой тенденцией щелочности и устойчивой магнетит-диопсид-циркон-биотитовой ассоциацией минералов тяжелой фракции. Наряду с этим в озерный бассейн вносились большие массы глинистой мути, формирующей накопления преимущественно каолинитового состава. В завершающий этап развития по мере относительного выравнивания рельефа формировались торфяники, в пределах которых накапливались углистые аргиллиты и маломощные слои углей. Площади их развития были небольшими. Временами озерная седиментация испытывала влияние вулканизма, протекавшего в обрамлении бассейна и на удалении от него. Это были отложения эруптивных пепловых туч, связанных с ареальной вулканической деятельностью, которая усиливалась с начала миоцена. При этом поступающий в бассейн взрывной материал (главным образом риодацитовая тефра) частично перемешивался с обломочными накоплениями с образованием терригенно-пирокластических туффитов или же формировал самостоятельные пирокластические накопления небольшой мощности. В неглубоких пепловых впадинах водоема накапливались тонкозернистые глинистые и алеврито-глинистые осадки со значительным содержанием исходного органического вещества (ОВ), необходимого для формирования горючих сланцев. Его количество находилось в зависимости от биопродуктивности самого водоема, привноса поверхностными и подземными водотоками, климата и величины солнечной радиации. Последними факторами, помимо всего, контролировалось возникновение повообразований в процессе фотосинтеза фитопланктона. О благоприятном сочетании климатических условий свидетельствуют результаты ботанико-географического анализа (М. Е. Арутюнян, 1975), отчетливо указывающие на доминанцию влажно-субтропических вечнозеленых видов (кастанопсисы и лавровые), произраставших на высотах порядка 800—1000 м. Определяется также значительное участие болотных таксоидневых и глобостробусовых лесов в период накопления нижней части дилижанской формации [1]. Судя по количеству отпечатков, влажно-субтропический и влажно-теплотемперный элемент господствовал в общей биомассе верхнего олигоцене—нижнего миоцена дан-

ного региона. По комплексу растительных остатков определены следующие климатические показатели: высокое количество годовых осадков (не менее 1000—1500 мм в год), средние высокие показатели температуры ( $27^{\circ}\text{C}$  наиболее теплого месяца и  $4^{\circ}\text{C}$ —наиболее холодного). Эти условия отчетливо сочетались с водообильностью горных водотоков и формированием тонкозернистых осадков с преобладанием каолинита, обычного для отложений гумидных условий. Гумидная тенденция климата, размыв вулканитов эоцена и поступление пирокластических пород сопровождалась привнесением в озеро кремнезема, железа, марганца, фосфатов и, возможно, нитратов, т.е. питательных веществ, стимулирующих развитие планктона. Образование горючих сланцев в первую очередь связано с концентрированным накоплением органического вещества, представленного главным образом сапропелевым компонентом. Процесс вызревания исходного органического вещества (ОВ) в конечный продукт протекал в несколько стадий путем глубоких химических превращений. В сочетании с явлениями озерной седиментации и в свете современных знаний о горючих сланцах [4, 6, 7] он представляется в следующей последовательности.

*Седиментогенез:* накопление и начальное преобразование преобладающей водорослевой и другой биомассы в присутствии свободного кислорода и при активном участии аэробных бактерий; перекрытие органической массы глинистыми частицами; самое начало формирования веществ липидного состава и возникновение масляной пленки на поверхности воды.

*Диagenез:* биохимические преобразования биомассы при отсутствии свободного кислорода и участии анаэробных бактерий с превращением ОВ в бесструктурное полиморфное вещество; более глубокие преобразования углеводов и белков, интенсивный ход липидной стадии формирования ОВ, вторичные реакции бактериального синтеза, полимеризация продуктов распада, биосинтез и аутигенное минералообразование. Приведенный комплекс преобразований имел место в условиях наращивания мощности глинистых осадков и формирования колонны озерных накоплений. Это сопровождалось отжимом поровых (иловых) вод, начальным уплотнением осадков и формированием по преобразованной органической массе вязкого геля.

*Катагенез:* полная литификация осадков до твердой породы, завершение преобразования ОВ в нерастворимые в природных условиях формы, частичное преобразование обломочных и аутигенных компонентов вмещающих глинистых пород и самих сланцев.

*Динамометаморфизм и другие наложенные преобразования* обусловлены проявлением дислокационного метаморфизма, формированием складок, сбросов, сдвигов, сколов и других нарушений сплошности слоев, с которыми связаны следующие явления: развитие системы трещин и пустот, залеченных кальцитом, ангидритом и реже халцедоном; развитие по глинисто-органической массе корок и пленок коллоидального железистого вещества и гематита.

Автор выражает признательность коллегам—В. А. Агамаляну, Г. Б. Нисанян, Г. Р. Мкртчяну, Р. Г. Мхитаряну (ИГН НАН РА) и зав. лабораторией угля Ер. Инж. Университета А. А. Гульзадяну за советы и консультации.

Работа выполнена в рамках темы 93—527, финансируемой из госбюджета Республики Армения.

Ռ. Ա. Մանդալյան

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Այրվող թերթաքարերը տարածված են գերազանցապես Դիլիջանի ֆորմացիայի կտրվածքի ստորին-միջին հատվածում, կազմված տերիգեն առաջացումներից (կոնգլոմերատներ, ավազաքարեր, ալյուրոլիտներ, կավեր): Այրվող թերթաքարերի առաջացումը պայմանավորված է մի շարք բարենպաստ պայմաններից՝ տեկտոնական իջվածքի ձևավորում վերածվելով երկարատև զարգացում ապրող լճային համակարգի, խոնավ-մերձարևադարձային և միջին-տաք կլիմայական պայմանների առկայություն, լճային պայմաններում առատ կենսազանգվածի գոյություն, անտառային տարածքի շրջապատում, ջրիմուռային պլանկտոնի ինտենսիվ աճ և այլն: Նման պայմանների արդյունքը հանդիսացավ օրգանական նյութի կուտակումը մանրաբեկորային նստվածքներում:

Օրգանական նյութը քիմիական և կենսաքիմիական բազմափուլային ձևափոխումների հետևանքով վերափոխվում է կերոգեն շարքի այրվող կոմպոնենտի: Գտնվելով հիմնականում կաոլինիտային կազմի կավային զանգվածում դիսպերսիոն խառնուրդի ձևով: Դատելով նյութական կազմի առանձնահատկություններից Դիլիջանյան այրվող թերթաքարերը կարելի է դասել սապրոպելային և սապրոպելային-հումուսային տարատեսակներին:

## DILIJAN OIL SHALE DEPOSIT: STRUCTURE, COMPOSITION AND FORMATION CONDITIONS

R. A. Mandalyan

Abstract

The basic features of the Dilijan oil shale deposit are discussed based on the lithological-and-formational analysis. Oil shales and accompanying terrigenous paragenesis are characterized comprehensively.

An essential factor for oil shale formation is forming of a tectonic depression, which became a lake-like reservoir of long-term evolution with an intensive terrigenous sedimentation (conglomerates, sandstones, siltstones) in the course of filling with water. Fine-grained clayish and silty clayish deposits with a substantial content of organic matter, which is necessary for forming of oil shales, were accumulated in its slime-like basins. The initial substance was plankton-green, yellow-green, as well as brown algae. The process of this biomass maturation into flammable component comprised several stages of deep chemical transformation. The Dilijan oil shales are sapropelic and sapropelic-and-humus ones according to the composition specific features.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Арутюнян М. Е. Олигоценовая флора Дилижана (Армянская ССР), ее стратиграфическое и палеогеографическое значение. Автореферат дисс. на соиск. уч. ст. канд. геол.-мин. наук. Ереван: ЕГУ, 1975, 25 с.
2. Джрбашян Р. Т. Палеогеновые вулканические структуры зон сопряжения блоков континентальной коры в коллизионном этапе (Малый Кавказ).—Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, № 3, с. 13—19.

3. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 2. М.: Недра, 1968, с. 389—398.
4. Гинзбург А. И. Атлас петрографических типов горючих сланцев. Л.: Недра, 1991, 115 с.
5. Григорян С. М., Габриелян И. Г. Неостратотип дилижанской свиты—Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, № 1—2, с. 3—6.
6. Йен Т. Ф., Чилингарян Дж. В. Общая характеристика состояния исследований горючих сланцев.—В кн.: Горючие сланцы (под ред. Т. Ф. Йена, Дж. В. Чилингаряна). Л.: Недра, 1980, с. 4—19.
7. Зеленин Н. И., Озеров И. М. Справочник по горючим сланцам. Л.: Недра, 1983, 248 с.
8. Мандалян Р. А., Саркисян О. А. Об одном типе кислых граувакк из Дилижанской сланценоносной формации.—Изв. НАН РА, Науки о Земле, 1994, №3, с. 57—60.
9. Саркисян О. А. О литостратиграфическом расчленении угленосных отложений Дилижанского района Армянской ССР.—Изв. АН АрмССР, серия геол. и географ. наук, 1958, № 2, с. 17—32.
10. Сатиан М. А. Зоны полициклического рифтогенеза в сейсмостектонической зональности Армении. ДАН Армении, 1995, т. 95, № 2, с. 108—111.

*Известия НАН РА, Науки о Земле, 1997, Л. №1—2, 34—40*

## МИНЕРАЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ И ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РУД ТУХМАНУКСКОГО ЗОЛОТО- ПОЛИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

© 1997 г. Ш. О. Амирян, М. С. Азизбемян, А. З. Алтунян,  
А. С. Фарамазян

*Институт геологических наук НАН РА  
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна, 24а, Республика Армения  
Поступила в редакцию 5.11.96.*

В статье рассматриваются минералого-геохимические и генетические особенности руд Тухманукского золото-полиметаллического месторождения. В составе руд установлены пирит-халькопиритовая, золото-халькопирит-сфалерит-галенитовая, золото-арсенопиритовая, антимонит-буланжеритовая ассоциации минералов, соответствующих определенным стадиям минерализации. По содержанию и промышленной ценности важными элементами руд являются медь, свинец, цинк, золото, серебро, висмут, кадмий, сурьма и мышьяк. По составу и генетическим особенностям месторождение относится к золото-полиметаллической формации, образованной в средних-малых глубинах, при средних-низких температурах.

Тухманукское месторождение золото-сульфидных (полиметаллических) руд находится в Памбак-Зангезурской структурно-металлогенической зоне, которая характеризуется железорудным, медным, молибденовым, полиметаллическим, золото-сульфидным, реальгар-аурипигментовым, антимонит-сульфоантимонитовым и редкометальным оруденением [2, 4, 5]. Отмеченные генетические и формационные типы месторождений связаны с различными циклами и формациями магматизма. Оруденение четко и интенсивно проявлено в северо-западной и юго-восточной частях указанной зоны, приуроченных к наиболее приподнятым участкам одноименного мегантиклинория. Формационные типы руд составляют генетические ряды и взаимосвязаны друг с другом однотипными минеральными парагенезисами и геохимическими ассоциациями элементов, которые в разных формационных типах руд имеют различное количественно-качественное проявление. Кроме того, формационные типы руд (месторождения) имеют близко-сходное пространственное расположение и возраст оруденения.