

Геологическое строение  
аренцево-Карского шельфа



Ленинград

1985

МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР  
ПРО "СЕВМОРГЕОЛОГИЯ"

---

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ БАРЕНЦЕВО-КАРСКОГО ШЕЛЬФА  
Сборник научных трудов

Ленинград

1985

А. Г. ВОЙЦЕХОВСКАЯ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАЦИАЛЬНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ  
ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ  
АРХИПЕЛАГА ЗЕМЛЯ ФРАНЦА-ИОСИФА

Органическое вещество (ОВ) является одной из составных частей осадочной породы, поэтому между составом ОВ, литологическим типом пород и фациальными условиями осадконакопления должны быть определенные зависимости. В настоящей статье основное внимание уделено сравнительной характеристике состава исходного ОВ, битуминовых компонентов и той геохимической обстановки, в которой формировались вмещающие их породы.

Среда осадконакопления определялась геохимическими исследованиями по методу Н.С.Спиро и И.С.Грамберга [7]. Полученные данные нанесены на геохимические разрезы (рис. 1, 2, 3) и генетическую диаграмму (рис. 4), предложенную И.С.Грамбергом для мезозойских отложений севера Средней Сибири [3].

Материалом исследований служили образцы кернa трех параметрических скважин архипелага Земля Франца-Иосифа, пробуренных на площадях о.Земля Александры (Нагурская скв.), о.Грэм-Белл (Северная скв.) и о.Хейса (скв. Хейса).

Данные, отраженные на геохимических разрезах, свидетельствуют о том, что отложения нижнего триаса (9 образцов) представлены морскими осадками. Поглощенному комплексу глинистых пород

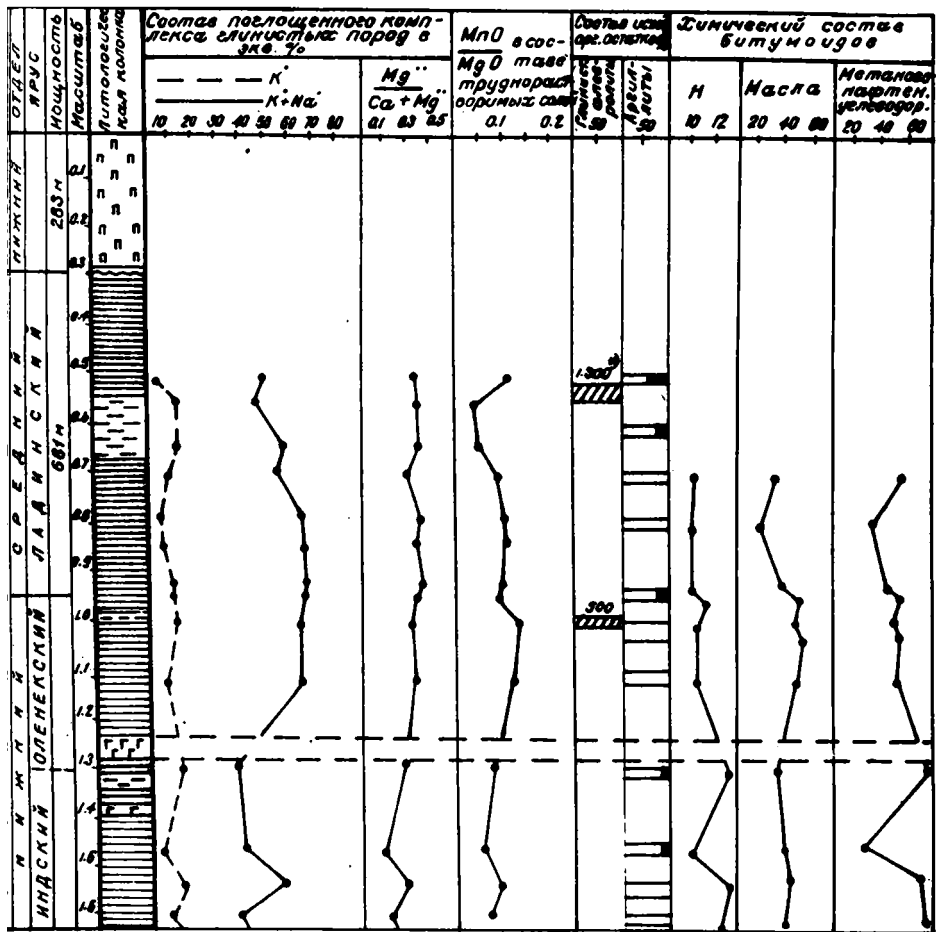
свойственно высокое содержание щелочных элементов. Судя по низкой величине отношения  $MnO/MgO$  и наличию пирита в породе, обстановка осадконакопления и диагенеза была восстановительной (рис. 1, 4).

Отложения среднего триаса на территории о.Греэм-Белл (22 образца) формировались в морском бассейне повышенной солености и окислительных условиях седименто- и диагенеза (рис. 2, 4). В районе о.Хейса (17 образцов) и о.Земля Александры (10 образцов) рассматриваемые породы накапливались преимущественно в морском бассейне нормальной солености. Лишь в ладинское время на территории о.Хейса бассейн осадконакопления характеризовался неустойчивым гидрохимическим режимом. Об этом свидетельствуют резкие колебания в содержании щелочных элементов в составе поглощенного комплекса глинистых пород.

Отложения верхнего триаса о.Греэм-Белл (11 образцов) формировались в условиях, переходных от морских засоленных к лагунным опресненным. Фигуративные точки на диаграмме поглощенного комплекса (рис. 4) располагаются в области морских вод повышенной солености, приближающейся к области натриевых лагун. На о.Хейса (8 образцов) по сравнению с о.Греэм-Белл осадконакопление происходило в опресненных условиях. Опресненный характер отложений сохраняется по всему разрезу (рис. 3, 4). Значительная величина отношения  $MnO/MgO$  и лейкоксенизация  $OB$  указывают на окислительную обстановку в осадке и диагенезе.

В триасовых отложениях архипелага выделено два типа исходного органического материала: остатки низших растений, имеющих жировой состав и приводящие к образованию сапропелевого  $OB$ , и высшие растения углеводно-целлюлозного состава, которые образуют гумусовый тип  $OB$ .

Сапропелевый исходный материал по всему разрезу скважин представлен простейшими синезелеными водорослями, которые в раннем диагенезе замещаются карбонатом, но часть  $OB$  при этом сохраняется. В породе водорослевые остатки наблюдаются в виде разнообразных по форме и строению карбонатных образований: колониальных, ступчатых, розетковидных и других, напоминающих по своим морфологическим признакам микрофитолиты древнейших карбонатных толщ протерозоя [1, 2]. Сохранность выделенных фитогенных образований находится в прямой зависимости от granulоме-



1. 2. 3. 4. ГГ 5. л л 6. 7. 8. 9. 10. 11.

по экземплярам на площадке шурфа (Среденные данные по интервалу)

Рис. I. Геохимический разрез триасовых отложений о. Земля Александры (Нагурская скв.)

1-6 типы пород: 1 - песчаники, 2 - алевриты, 3 - аргиллиты, углистые породы, 5 - раббро-долериты, 6 - базальты; 7-9 - органические остатки: 7 - карбонатизированные синезеленые водоросли, коллоальгинит, 9 - гумусовые, 10 - битумоиды глинистых пород, - битумоиды глинисто-алевритовых пород.

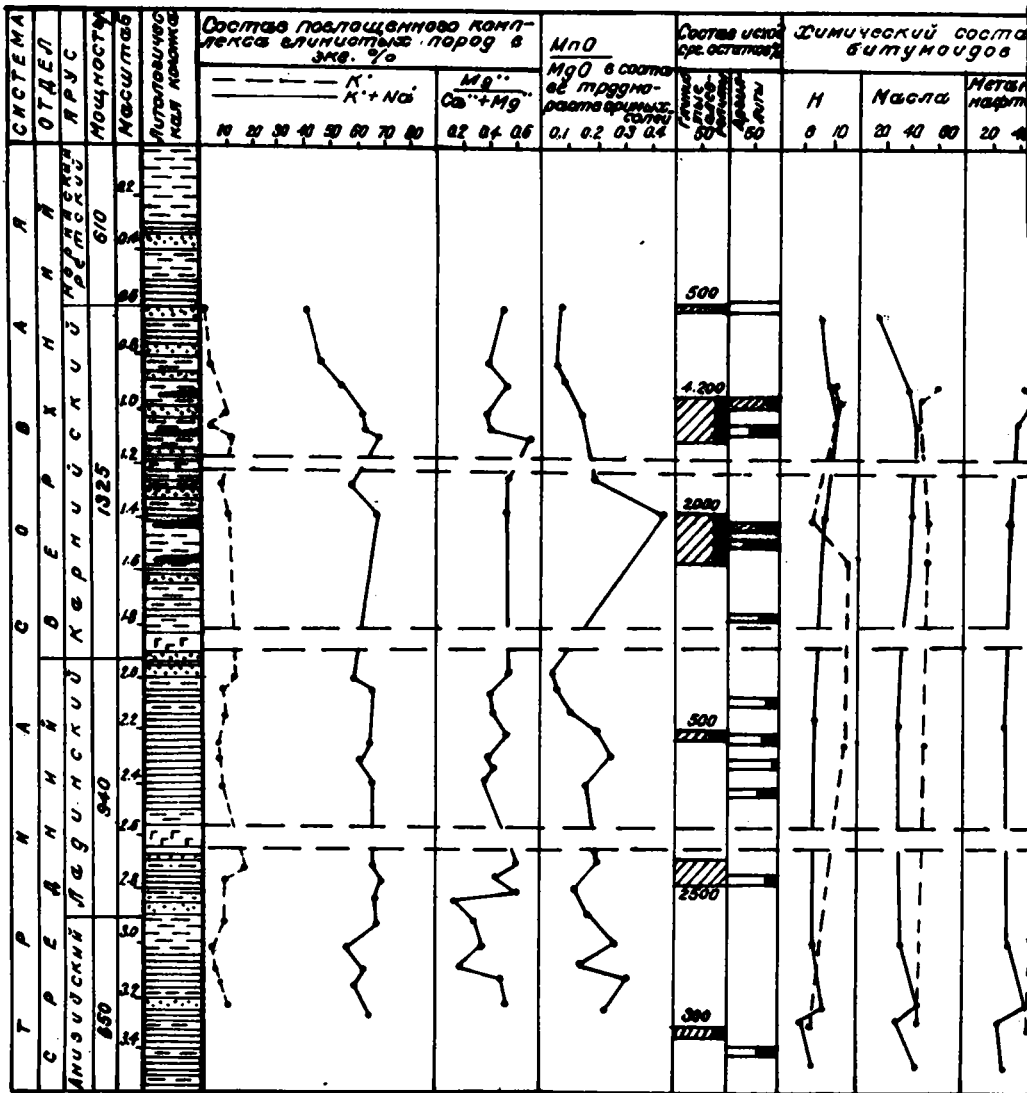


Рис.2. Геохимический разрез триасовых отложений о.Грезм-Белл (Северная скв.) (условные обозначения см.на рис.1)

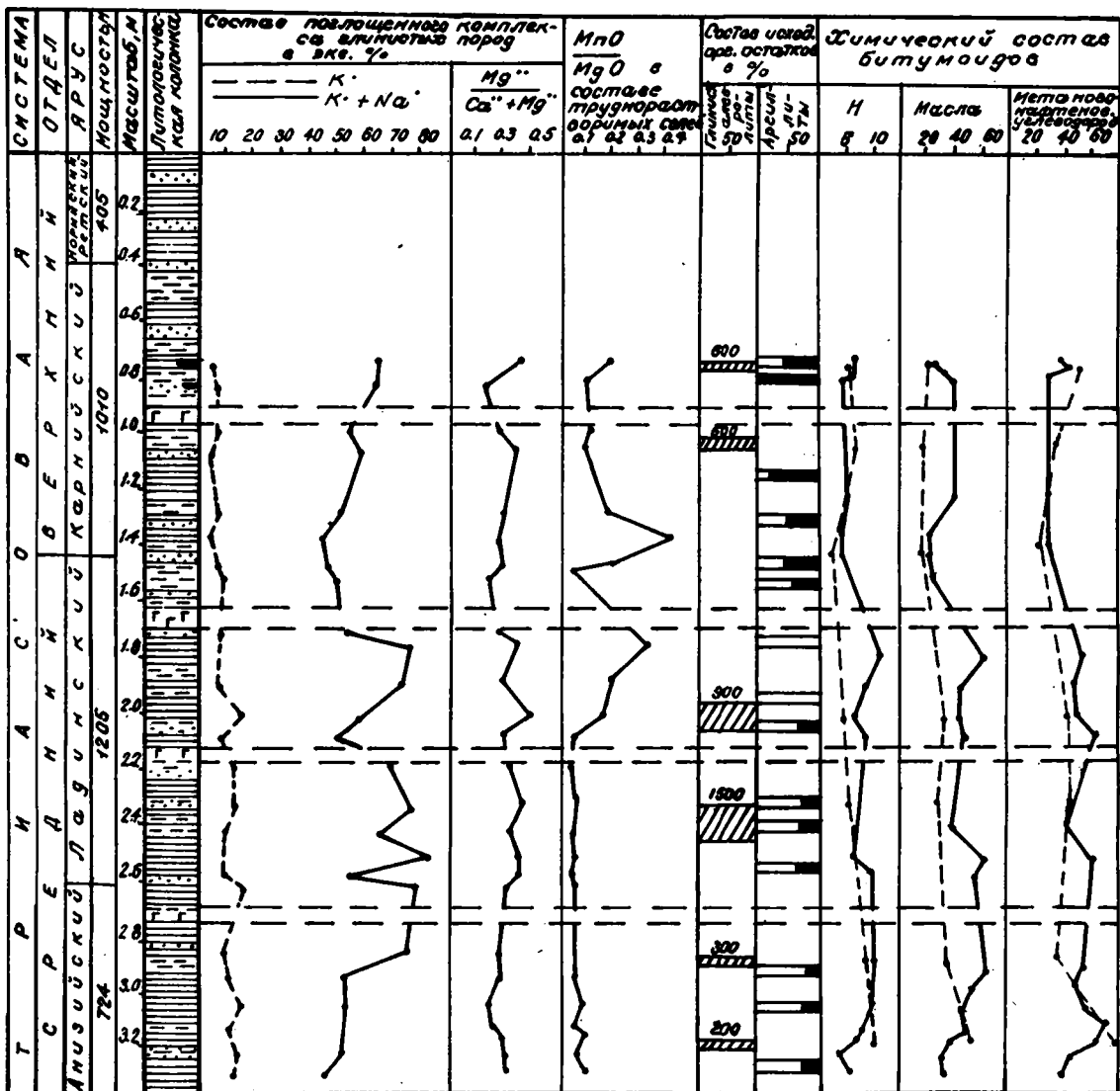


Рис. 3. Геохимический разрез триасовых отложений о.Хейса (скв.Хейса)  
(условные обозначения см.на рис. I)

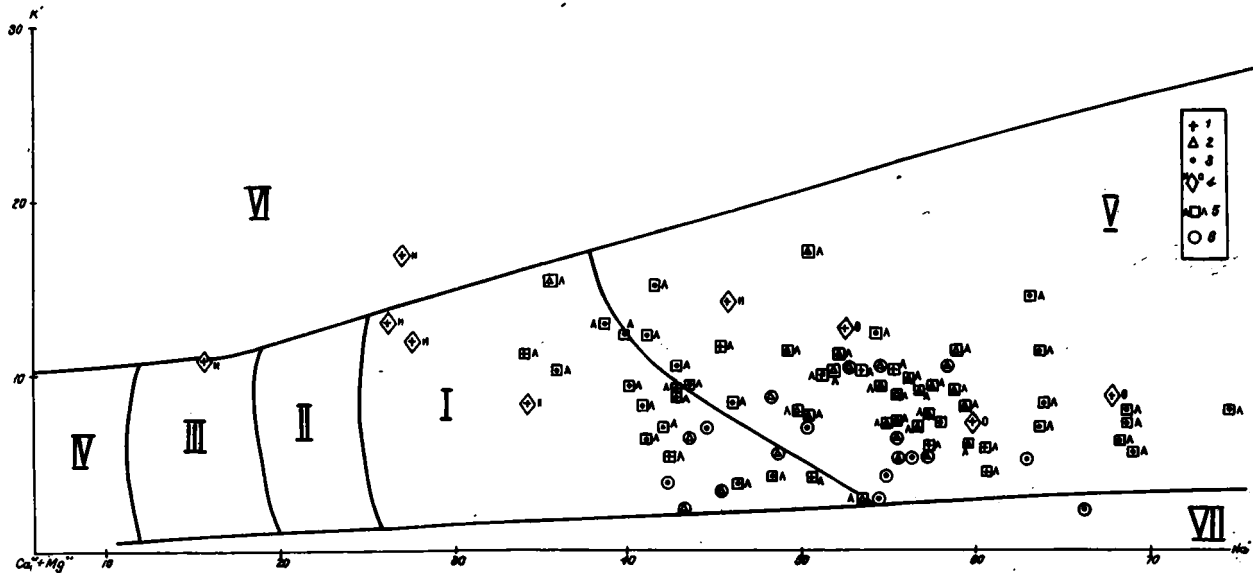


Рис. 4. Диаграмма состава поглощенного комплекса карбонатных отложений архипелага Земля Франца-Иосифа.  
 Области: I - морских вод нормальной солености, II - морских опресненных водоемов, III - солоноватых лагун, IV - пресных водоемов, V - морских засоленных водоемов, VI - лагун калиевого типа, VII - лагун натриевого типа.  
 I - о. Земля Александры, 2 - о. Грэм-Бедл, 3 - о. Хейса, 4 - T<sub>1</sub> (И - индский, О - оленекский ярус),  
 5 - T<sub>2</sub> (А - анизийский, Л - ладинский ярус), 6 - T<sub>3</sub>.



трического состава пород. В алевролитах они сохраняются лучше, чем в аргиллитах. В глинистом осадке фитогенные образования почти полностью разлагаются, а содержащееся в них ОВ обычно переходит в основную глинистую массу и прочно сорбируется глинистыми минералами. Это ОВ мы вслед за Г.М.Парпаровой [6] условно относим к коллоальгиниту. Только в глинистых породах нижнего и среднего триаса водоросли фиксируются в форме мельчайших округлых образований типа кокколитофорид.

Гумусовые органические остатки, напротив, почти не минерализуются. Они представлены преимущественно компонентами группы витринита, в меньшей степени - фizeнита и лейптинита.

Таким образом, захоронение сапропелевого и гумусового материала происходит неодинаково. Для сапропелевого ОВ характерно совместное захоронение с минеральной составляющей породы, тогда как для гумусового ОВ - раздельное захоронение. Поэтому в породе гумусовый материал представлен чистыми органическими компонентами, а сапропелевый - органо-минеральными.

В целях восстановления типа исходного органического материала, бывшего первоначально в осадке, учитывалось соотношение между коллоальгинитом, гумусовыми компонентами и карбонатными остатками фитопланктона. Кроме того, для определения характера распространения водорослей по площади и по разрезу скважин производился подсчет их на площадь шлифа. Полученные данные приведены на рис. 1, 2, 3.

Выявленные различия в распределении исходного органического материала находятся в хорошем соответствии с изменениями фациальных условий осадконакопления.

ОВ в отложениях нижнего и среднего триаса представлено преимущественно сапропелевым веществом - коллоальгинитом, являющимся продуктом преобразования кокколитофорид. Эти водоросли встречаются в сравнительно глубоководных морских осадках повышенной солености. В алевролитах ладинского яруса, формирующихся в условиях неустойчивого гидрохимического режима, в значительном количестве обнаружены планктонные синезеленые водоросли. В отложениях верхнетриасового опресненного бассейна на о.Хейса, где доминирует гумусовый материал, встречаются гомогенные скопления гумусового ОВ, представленные углистыми породами и маломощ-

ными линзочками угля (рис. 3). На территории о.Греэм-Белл, где фациальная обстановка характеризуется переходными чертами, наряду с гумусовым ОВ очень широко распространены карбонатизированные остатки фитопланктона (рис. 2). Они в массовом количестве обнаружены не только в глинисто-алевроитовых, но и в углистых породах и углях. В последних фитогенный карбонат нередко составляет основную массу пород, в которую включены линзочки витреца и гелефицированного вещества. Широкое распространение фитопланктона в породах карнийского яруса о.Греэм-Белл находится в полном согласии с фациальными условиями осадконакопления этих отложений, поскольку известно, что для нормальной жизнедеятельности синезеленых водрослей необходимы переходные условия от мелководных морских повышенной солености к опресненным [2] или лагуны с сильно изменчивой соленостью [5].

Существенно отметить, что распределение карбонатизированных водорослей в разрезе скважин совпадает с концентрацией магния в карбонатах поглощенного комплекса глинистых пород. С увеличением содержания водорослей растет концентрация магния. Последнее особенно четко видно при сравнении отложений ладинского и карнийского ярусов островов Греэм-Белл и Хейса, наиболее обогащенных фитопланктоном (рис. 2, 3). Выявленная зависимость является естественной, если учесть, что магний содержится в хлорофилле водорослей [4]. Возможно, этим же объясняется магнезиально-железистый состав фитогенного карбоната.

Количественное распределение ОВ и битумоидов<sup>I</sup> по разрезу скважин отражено в табл. I. На ней видно, что содержание органического углерода зависит от двух факторов - от типа исходного органического материала и гранулометрического состава пород. Наиболее обогащены органическим углеродом углистые породы (2,6 II,0 %) и аргиллиты (I,0-I,6 %) верхнего траса, обогащенные гумусовым ОВ. В глинистых породах нижнего и среднего траса с сапропелевым типом ОВ концентрация органического углерода падает до 0,9 %. С увеличением гранулометрического состава пород содержание  $C_{орг}$  резко сокращается и песчано-алевроитовые породы содержат уже десятые доли процента органического углерода. Ми-

<sup>I</sup> Под термином битумоиды понимаются аналитические компоненты, извлекаемые из пород органическими растворителями.

нимальные концентрации  $C_{орг}$  наблюдаются в известковых песчаниках и в породах вблизи интрузии.

Для характеристики битуминозности пород были использованы данные экстракции хлороформного битумоида А. Результаты, отраженные в табл. I, показывают низкие содержания битумоида, составляющие сотые и тысячные доли процента. Тенденция в изменении содержания битуминозных компонентов по типам пород та же, что и для органического углерода: в аргиллитах оно выше (0,01-0,03 %), чем в алевролитах и песчаниках (0,005-0,01 %). Исключения представляют алевролиты, обогащенные фитогенным карбонатом, в которых битумоиды, как и в аргиллитах, составляют сотые доли процента. Самые низкие содержания отмечаются в известковых породах и породах, контактирующих с интрузиями (0,002-0,004 %). Изменения в содержании органического углерода и битумоидов по отдельным районам архипелага Земля Франца-Иосифа незначительны (табл. I).

Детальной химической характеристике битумоидов предшествовала генетическая диагностика битуминозных компонентов, основанная на изучении люминисцентных и петрографических шлифов на люминесцентном микроскопе МЛ-1. При этом особое внимание уделялось форме залегания битумов, цвету люминесценции, взаимосвязи их с органическим веществом и минеральной составляющей породы.

Битуминозные компоненты в аргиллитах непосредственно связаны с сапропелевой органогенноглинистой массой или гумусовым ОВ, что позволяет классифицировать их как сингенетичные. Битумы сапропелевого ОВ селективно или равномерно насыщают породу и имеют четко выраженное свечение в коричневых или желтовато-коричневых тонах разной интенсивности. Гумусовое ОВ почти не люминесцирует. Лишь в редких случаях наблюдается едва заметная коричневатобуря люминесценция гелефицированного вещества.

В мелкозернистых глинистых алевролитах битумы приурочены преимущественно к фитогенным карбонатным образованиям, люминесценция которых зависит от количества примеси глинистого материала. Чистый фитогенный карбонат имеет ярко выраженное желтое или коричневатожелтое свечение, свидетельствующее о наличии в нем малозмененного битума. Примесь глинистого вещества затухивает люминесценцию до зеленоватокоричневых тонов. Свечение

фитогенного карбоната является доказательством генетической связи битумов с исходными микроорганизмами, бывшими первоначально в осадке, и позволяет считать их сингенетичными.

В крупнозернистых алевролитах и песчаниках, где органические вещества почти отсутствуют, битуминовые компоненты распространяются в межзерновых контактах и люминесцируют очень слабо в зеленовато-серых или бледно-желтых тонах. Форма залегания, а также отсутствие исходного органического материала указывает на эпигенетичный характер битуминозности. Поскольку следы миграции битумов почти не фиксируются, можно полагать, что миграционные процессы проходили, вероятно, в очень небольшом масштабе и ограничивались отдельными прослоями песчаников.

Детальными химическими анализами охарактеризованы битумоиды преимущественно глинистых (63 образца), в меньшей степени алевроитовых (19 образцов) и углистых (10 образцов) пород.

Данные, приведенные на рис. 1-3 и в табл. 2, показывают, что синбитумоиды глинистых пород нижнего и среднего триаса о. Земля Александры и о. Хейса резко отличаются от битумоидов о. Грэм-Белл значительной восстановленностью. Сходство глинистых минералов, контактирующих с битуминовыми компонентами и представленных преимущественно хлоритом и гидрослюдами, позволяет заключить, что решающее влияние на состав битумоидов оказывает геохимическая обстановка в диагенезе: преобразование сапропелевого ОВ в восстановительных условиях диагенеза (острова Хейса и Земля Александры) привело к возникновению восстановленных битумоидов, тогда как окислительная среда (о. Грэм-Белл) обусловила образование окисленных по составу битумоидов. Содержание водорода в битумоидах глинистых пород островов Земля Александры и Хейса по сравнению с о. Грэм-Белл составляет в среднем соответственно 11,7, 9,8 и 8,4 %, масла - 44,5, 47,6 и 38,1 %, метаново-нафтеновые углеводороды - 60,0, 55,8 и 37,8 %.

Состав битумоидов мелкозернистых алевролитов, генетически связанных с фитогенным карбонатом, зависит от примеси в карбонате глинистого материала. Битумоиды на островах Земля Александры и Грэм-Белл, связанные с чистым фитогенным карбонатом, по сравнению с битумоидами о. Хейса, приуроченными к глинистому карбонату, характеризуются большей восстановленностью. Содержание

## Характеристика органического вещества

Отдел	Ярус	Тип породы	Количество образцов			Содержание на породе, (%)									β, %		
						Нерастворимый остаток в HCl			C <sub>орг</sub>			Битумоид А, хл.					
			I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
T <sub>3</sub>	Карийский	Аргиллиты	-	15	10	-	85,6	85,7	-	1,26	1,66	-	0,02	1,66	-	1,2	0,9
		Алевролиты <sup>X</sup>	-	27	-	-	85,8	-	-	0,95	-	-	0,03	-	-	2,4	-
		Алевролиты и песчаники	-	30	28	-	90,0	91,1	-	0,44	0,72	-	0,008	0,02	-	1,4	2,1
		Углистые породы	-	7	6	-	87,7	90,2	-	11,02	2,67	-	0,27	0,07	-	1,9	2,0
		Известковистые породы	-	5	4	-	69,8	58,0	-	0,82	0,48	-	0,006	0,001	-	1,4	0,2
		Породы вблизи интрузии	-	8	34	-	89,8	79,6	-	0,58	0,55	-	0,008	0,008	-	0,4	0,4
T <sub>2</sub>	Ладинский, анжисский	Аргиллиты	32	35	71	84,2	85,5	85,9	0,92	0,89	1,17	0,02	0,01	0,03	1,6	0,8	1,9
		Алевролиты <sup>X</sup>	-	18	27	-	85,2	83,1	-	0,66	0,60	-	0,01	0,01	-	1,2	1,3
		Алевролиты и песчаники	16	18	13	85,5	88,7	86,3	0,81	0,19	0,85	0,02	0,005	0,006	1,9	2,0	1,3
		Известковистые породы	-	3	6	-	74,2	75,5	-	0,24	0,26	-	0,004	0,002	-	1,3	0,5
		Породы вблизи интрузии	-	7	34	-	85,9	79,6	-	0,74	0,55	-	0,004	0,008	-	0,4	0,4
T <sub>1</sub>	Оленекский, индский	Аргиллиты	21	-	-	82,9	-	-	0,86	-	-	0,01	-	-	0,9	-	-
		Алевролиты	5	-	-	85,1	-	-	0,66	-	-	0,04	-	-	4,7	-	-

Примечание. I - о. Земля Александры, II - о. Грэм-Белл, III - о. Хейса; X - алевролиты, содержащие карбонатные остатки фитопланктона.

Характеристика битумоидов по их минеральной ассоциации, типам пород и геохимическим условиям диагенеза

Отдел	Тип породы	Геохимические условия диагенеза			Минеральная ассоциация			Состав битумоидов								
								Водород (%)			Масла (%)			Метаново-нафтеновые углеводороды (%)		
		I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
T <sub>3</sub>	Глинистые	-	Окислительные	Окислительные	-	С фитогенным карбонатом	С гумусовым ОВ	-	$\frac{9,8}{6}$	$\frac{8,8}{8}$	-	$\frac{41,7}{8}$	$\frac{35,5}{8}$	-	$\frac{44,4}{8}$	$\frac{40,5}{8}$
	Углистые	-			-	гумусовым ОВ	-	$\frac{9,8}{6}$	$\frac{8,6}{4}$	-	$\frac{54,5}{6}$	$\frac{34,8}{4}$	-	$\frac{44,7}{6}$	$\frac{32,8}{4}$	
	Алевритовые	-			-	С фитогенным карбонатом	-	$\frac{10,7}{5}$	-	-	$\frac{46,9}{5}$	-	-	$\frac{60,1}{5}$	-	-
T <sub>2</sub>	Глинистые	-	Окислительные	Восстановительные	-	С глинистыми минералами ХЛ-ГС	С глинистыми минералами ХЛ-ГС	-	$\frac{8,4}{12}$	$\frac{9,8}{30}$	-	$\frac{38,1}{7}$	$\frac{47,6}{30}$	-	$\frac{37,8}{7}$	$\frac{55,3}{30}$
	Алевритовые	-			-	С фитогенным карбонатом	С глинистым фитогенным карбонатом	-	$\frac{10,2}{4}$	$\frac{9,0}{9}$	-	$\frac{50,7}{4}$	$\frac{37,5}{9}$	-	$\frac{57,2}{4}$	$\frac{46,4}{9}$
T <sub>I</sub>	Глинистые	Восстановительные	-	-	С глинистыми минералами ХЛ-ГС	-	-	$\frac{11,7}{7}$	-	-	$\frac{44,5}{7}$	-	-	$\frac{60,0}{7}$	-	-
	Алевритовые		-	-	С фитогенным карбонатом	-	-	$\frac{11,2}{1}$	-	-	$\frac{51,4}{1}$	-	-	$\frac{64,1}{1}$	-	-

Примечание. I - о. Земля Александры, II - о. Грэм-Белл, III - о. Хейса; ХЛ-ГС - хлоритово-гидрослюдистый состав; в числителе приведено процентное содержание, в знаменателе - количество исследованных образцов.

водорода в битумоидах первой группы, по сравнению со второй, составляет в среднем соответственно II,2, IO,2 и 9,0 %, масла - 5I,4, 50,7 и 37,5 %, метаново-нафтеновые углеводороды - 64, I, 57,2 и 46,4 %. По классификации В.А.Успенского [8], битумоиды чистого фитогенного карбоната относятся к типичным малтам. Полученные данные хорошо согласуются с люминесцентно-петрографическими наблюдениями, свидетельствующими о наличии в фитогенном карбонате легкого малоизмененного битума.

В отложениях верхнего триаса на о.Хейса (табл. 2, рис. 3) состав битумоидов определяется гумусовым типом ОВ. Сибитумоиды глинистых пород имеют значительное сходство с углистыми породами. Для тех и других типично низкое содержание водорода (среднее 8,7 %), масел (среднее 35,0 %) и метаново-нафтеновых углеводородов (среднее 36,7 %). Более восстановленный состав битумоидов глинистых и углистых пород на о.Греэм-Белл (по сравнению с о.Хейса) можно объяснить приуроченностью их главным образом к фитогенному карбонату. Этим битумоидам свойственно более высокое содержание водорода (среднее 9,8 %), масел (среднее 48, I %) и метаново-нафтеновых углеводородов (среднее 44,6 %).

Битумоиды алевроитовых пород верхнего триаса аналогичны таковым среднего триаса и характеризуются значительной восстановленностью по всем химическим показателям. Содержание водорода составляет в среднем IO,7 %, масел 46,9 %. Отличительной особенностью углеводородного состава масел является резкое преобладание метаново-нафтеновой фракции, достигавшей в отдельных образцах 74,0-75,0 % (среднее 60, I %). Обогащение рассматриваемых битумоидов восстановленными компонентами обусловлено, вероятно, сохранением липидов материнского ОВ водорослей, господствовавших в осадке. Полученные данные позволяют рассматривать химический состав битумоидов, генетически связанных с фитогенным карбонатом, в качестве биомаркера живого вещества фитопланктона мирового состава.

Полученные результаты требуют подтверждения на более обширном материале. В то же время имеющиеся данные позволяют считать, что в глинистых породах состав битумоидов определяется исходным органическим материалом и геохимическими условиями диagenеза, тогда как в алевроитах - фитогенным карбонатом.

### Список литературы

1. Войцеховская А.Г. Изучение рассеянного органического вещества осадочных пород на основе петрографических и люминесцентно-петрографических методов исследования. - В кн.: Новые методы изучения рассеянного органического вещества. Л., 1971, с. 21-32 (НИИГА).
  2. Вологдин А.Г. Ископаемые водоросли СССР. М., изд-во АН СССР, 1962, с. 122-136.
  3. Грамберг И.С. Палеогидрохимия терригенных толщ. Л., "Недра", 1973, с. 65-73 (Труды НИИГА, т. 173).
  4. Дроздова Т.В., Чиненов В.А. Порфириновые структуры в современных и древних отложениях. - В кн.: Органическое вещество современных и ископаемых осадков и методы его изучения. М., "Наука", 1974, с. III-121.
  5. Заварзин Г.А., Крылов И.Н. Цитано-бактериальные сообщества - колодец в прошлом. - "Природа", 1983, № 3, с. 59-69.
  6. Парпарова Г.М. Характеристика рассеянного органического вещества пород по данным углпетрографических исследований. - В кн.: Генезис нефти и газа. М., 1967, с. 78-82.
  7. Спиро Н.С., Грамберг И.С., Вовк Ц.Л. Методика сравнительного изучения химического состава терригенных осадочных пород. Л., 1956, 110 с. (Труды НИИГА, т. 86).
  8. Успенский В.А., Радченко О.А. О принципах генетической классификации веществ, именуемых битумами. - "Изв. АН СССР", 1952, сер.геол., № 6, с.121-126.
-