



ОСАДКОНАКОПЛЕНИЕ, ЭПИГЕНЕЗ И БИТУМОПРОЯВЛЕНИЯ В ДЕВОНСКИХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОДАХ АРХИПЕЛАГА СЕВЕРНАЯ ЗЕМЛЯ

Т. А. Рязанова*

Комплексом литологических методов изучена коллекция из 98 образцов карбонатных пород девонского возраста из разрезов нижнего – среднего девона по рр. Матусевича и Ушакова и верхнего девона по р. Матусевича о-ва Октябрьской Революции архипелага Северная Земля. Породы изучены макроскопически и в шлифах, в том числе их структурные особенности и некоторые аутигенные минералы – с использованием электронного микроскопа. Установлено, что седиментация происходила в мелководных условиях, в возможной близости от ракушняковых банок и (частично) приливно-отливной зоны. Известняки и доломиты претерпели разнообразные эпигенетические изменения, последним этапом был гидротермальный. Значительную роль в формировании пород играли разнообразные трещины и стилолиты, по которым проникали различные растворы, в том числе битуминозное вещество.

Ключевые слова: девонские карбонатные породы, седиментогенез, эпигенез.

SEDIMENTATION, EPIGENESIS, AND BITUMEN SHOWS IN DEVONIAN CARBONATE ROCKS OF THE SEVERNAYA ZEMLYA ARCHIPELAGO

Т. А. Ryzanova

Collection of 98 Devonian carbonate samples from the Lower-Middle Devonian sections along the rivers Matusevich and Ushakov and Upper Devonian ones along the R. Matusevich on the October Revolution island of the Severnaya Zemlya Archipelago was studied by a complex of lithological methods. The rocks and their structural peculiarities were studied macroscopically and in sections, some authigenic minerals were analyzed using an electron microscope. Sedimentation was established to occur under shallow conditions in possible proximity of shelly banks and (partially) intertidal zone. Limestone and dolomite experienced various epigenetic changes, hydrothermal stage was the last. Diverse fractures and stylolites, through which various solutions (bituminous matter including) penetrated, were important in the rock formation.

Key words: Devonian carbonate rocks, sedimentogenesis, epigenesis.

Комплексом литологических методов изучена коллекция из 98 образцов карбонатных пород девонского возраста из разрезов нижнего – среднего девона по рр. Матусевича и Ушакова и верхнего девона по р. Матусевича о-ва Октябрьской Революции архипелага Северная Земля (рис. 1, 2). Коллекция изучалась автором под научным руководством Г. Н. Перозиио макроскопически и в шлифах [1]. Структурные особенности и некоторые аутигенные минералы исследовались с использованием электронного микроскопа; морфология порового пространства изучена в шлифах, насыщенных окрашенными смолами под давлением. Результаты отражены в табл. 1.

Отложения нижнего девона изучены в северо-земельской и подъемнинской свитах (лохков), спокойнинской (прагиен), русановской, альбановской свитах (эмс); среднего – в ватутинской и гремященской свитах (живет); верхнего – в матусевичской и вавиловской свитах (фран). Толщины карбонатных пород – от прослоев 0,4–2,0 до 15–20 м на р. Ушакова и даже до 50 м на р. Матусевича.

Состав карбонатных пород нижнего девона определен методом солянокислотной вытяжки в альбановской, подъемнинской, матусевичской свитах; среднего и верхнего девона – в ватутин-

ской, гремященской, матусевичской и вавиловской свитах (табл. 2).

В процессе седиментации карбонатных пород главенствуют физико-химические условия среды. При изучении карбонатных пород использована генетическая классификация Г. И. Теодоровича 1958 г. [2], по которой карбонатные породы подразделяются на три типа: хемогенные (био хемогенные), органогенные и обломочные.

В хемогенных и биохемогенных карбонатных породах размерность частиц изменяется от коллоидно-зернистых (<0,001 мм) до грубозернистых (>1,0 мм). По мнению В. Б. Татарского [2], частицы размером от <0,001 до 0,01 мм образуются в седиментогенезе; мелкозернистые (0,01–0,05 мм) – в диагенезе; средне- (0,05–0,25 мм) и крупнозернистые (0,25–1 мм) – в катагенезе. К данной группе относятся также породы однородно- и неоднородно-зернистые с учетом текстурных особенностей: пятнистые, полосчатые, линзовидно-слоистые и т. д.

К тонкозернистым карбонатным породам относятся преимущественно все доломиты и мергели подъемнинской и спокойнинской свит [3, 5]. Выше залегают аналогичные доломиты русановской, альбановской, доломиты и мергели ватутинской, известняки альбановской и вавиловской свит. Для доломитов и мергелей подъемнинской

*ФГУП «СНИИГГиМС» (Новосибирск)

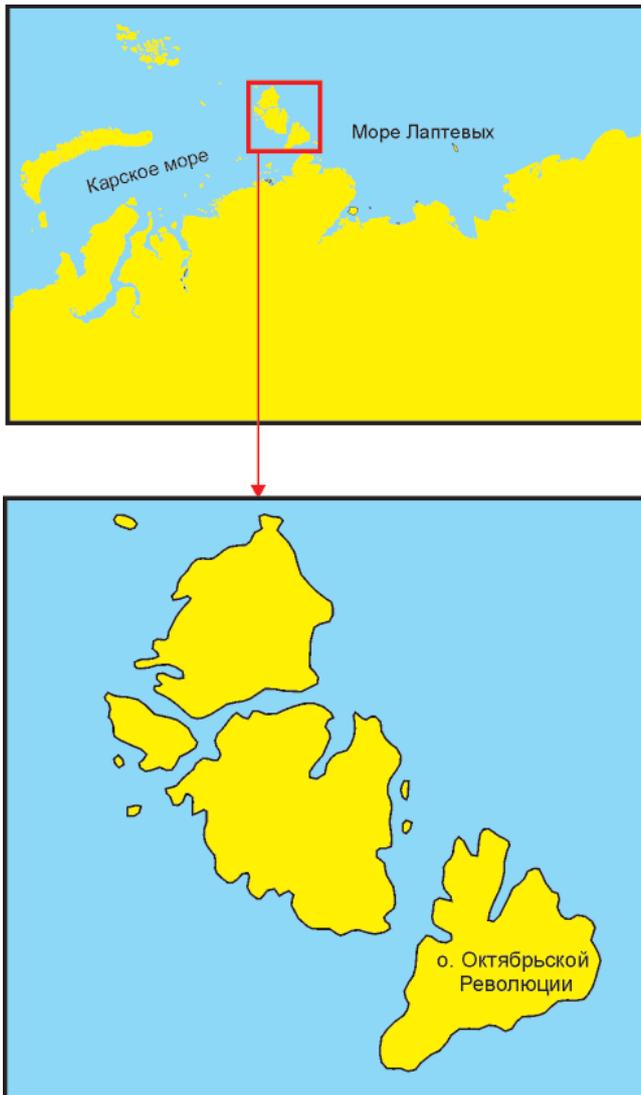


Рис. 1. Схематическое местоположение района исследований

и спокойнинской свит, часто имеющих сгустковую структуру, характерны комковатые и комковато-

пятнистые текстуры. Терригенный материал в виде флюидалных струй и цепочек концентрируется вокруг комочков и пятен. Аналогичные сгустково-комковатые доломиты отмечены в русановской и альбановской свитах, мергели – в ватутинской.

К группе мелкозернистых и мелко-среднезернистых карбонатных пород относятся частично известняки, конкреции из североземельской, пограничной и подъемнинской свит, а также некоторые доломиты русановской и альбановской свит.

Доломиты мелкозернистые прослеживаются в нижней части русановской и отдельных прослоях подъемнинской свит. Здесь доломит наблюдается в виде хорошо видимых ромбоэдров размером от 0,008 до 0,02–0,04, реже 0,06–0,08 мм. В доломитах русановской свиты доломит замещается гипсом, количество которого увеличивается от 7–10 до 60–70 %. В этих породах доломит остается в виде комков и пятен между прожилково-пятнистым распределением пластинчато-волоконного гипса. В подъемнинской свите отмечается ленточное переслаивание доломитов с алевролитами. Именно здесь ромбоэдры доломита явно диагенетические и включены в пойкилитовый кальцит.

Органогенные породы, в разной степени (от 2–5 до 35–40 %) обогащенные раковинным детритом, прослеживаются по всему разрезу девона (рис. 3). В битуминозном остракодовом известняке альбановской свиты органогенных остатков 50 %. Одни слои состоят из целых раковин размером от 0,06×0,12 до 0,34×0,65 мм, другие (0,75×3,00 мм) – из створок и почти черной битуминозной вмещающей массы из тонкозернистого кальцита. Полидетритовый известняк подъемнинской свиты содержит 80 % обломков: створки брахиопод размером (0,5–0,8)×(2,0–2,5) мм, изогнутые разрезы обломков панциря трилобитов (0,05–0,25)×2,5 мм, тонкие створки остракод (0,01–0,02)×0,25 мм, кольцевые разрезы трубча-

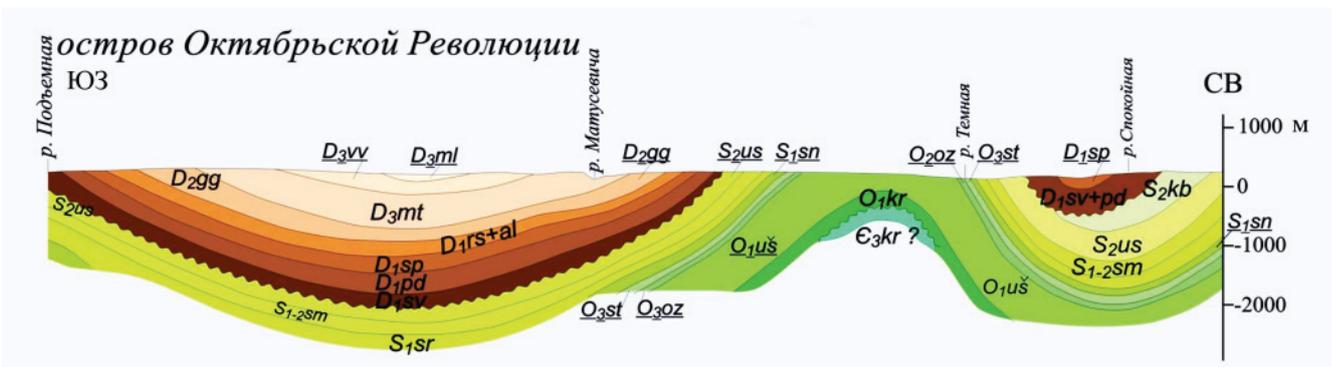


Рис. 2. Геологический разрез силурийско-девонских пород острова Октябрьской Революции архипелага Северная Земля

Девонская система. Верхний отдел: D_3ml – фаменский ярус, малюткинская свита; D_3vv – франкий ярус, вавилонская свита; D_3mt – хенватский – франкий ярусы, матусевичская свита; средний отдел: D_2gg – эйфельский – живетский ярус, географская свита; нижний отдел: D_1al – эмсский ярус, альбановская свита; D_1rs – эмсский ярус, русановская свита; D_1sp – пражский ярус, спокойнинская свита; D_1pd – лохковский ярус, подъемнинская свита; D_1sv – лохковский ярус, североземельская свита. **Силурийская система.** Верхний отдел: S_2us – лудловский ярус, устьспокойнинская свита; S_{1-2sm} – венлокский ярус, самойловичская свита; нижний отдел: S_1sr – лландоверийский ярус, среднинская свита; S_1sn – лландоверийский ярус, снежинская свита



Таблица 1

Литологическая характеристика девонских карбонатных пород архипелага Северная Земля				
Возраст	Свита, порода	Органические остатки	Тектонический фактор	Постседиментационные изменения
D ₁	<i>Североземельская</i> Известняки строматолитовые, пелитоморфные, водорослевые <i>Подъёминская</i> Известняки полидетритовые, мергели доломитовые, доломиты	Спикулы, обломки раковин Растительный детрит, створки брахиопод, членики криноидей, остракоды	Ветвящиеся трещины, стилолиты, рваные обломки глины Трещины, вдавливание зерен, рваные и перекрученные обломки глины (вероятно, оползень)	Текстуры «конус в конус», битумопроявления по стилолитам
	<i>Спокойнинская</i> Мергели, известняки и доломиты	Черные пленки и частицы размером до 1 мм углефицированных растительных остатков	Трещины и стилолиты	Полости выщелачивания, битумопроявления по стилолитам
	<i>Русановская</i> Известняки строматолитовые, пелитоморфные, доломиты перекристаллизации	Реликты колоний водорослей	Извилистые трещины, многочисленные стилолиты	Округлые каверны выщелачивания, пойкилитовые кристаллы вторичного гипса, глобулы пирита; битумопроявления по стилолитам
	<i>Альбановская</i> Известняки обломочные, пеллетовые, стустковые, водорослевые, ракушняки; доломиты перекристаллизации	Створки раковин, остракоды	Ветвящиеся открытые трещины	Окремление, пиритизация, мозаичный крупнокристаллический кальцит, каолинит; полости выщелачивания
D ₂	<i>Ватулинская</i> Известняки строматолитовые, пелитоморфные, органогенно-обломочные <i>Гремяцкая</i> Известняки комковато-стустковые, пелитоморфные, известково-доломитовая порода	Колонии водорослей, обломки раковин, остракоды Створки раковин	Ветвящиеся трещины, стилолиты, брекчирование породы Трещины	Поры выщелачивания, выполненные гематитом и крупнокристаллическим кальцитом с полисинтетическими двойниками Извилистые полости выщелачивания, выполненные шестоватым кальцитом и монокальцитом, монокварцем; трещины пропитаны гематитом и битумом
	<i>Матусевичская</i> Известняки органогенно-обломочные	Обломки раковин, остракоды	Многочисленные тонкие трещины и стилолиты	Стилолиты с гипсом и гематитом, полости выщелачивания, выполненные мозаичной кальцита с полисинтетическими двойниками
D ₃	<i>Вавилова</i> Известняки мелко-тонкозернистые	Раковинный детрит, костные остратки, углефицированный детрит, споры	Закручивание участков породы, обилие послонных волнистых трещин, микростилолиты	Пиритизированный детрит корней, микростилолиты с гипсом и гематитом



Таблица 2

Состав девонских карбонатных пород, %

№ оп.	Порода	Микроописание	Солянокислая вытяжка										Доломит	Кальцит	Сидерит	Родохрозит	Гипс	Σ	Остаток	
			CaO	MgO	CO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	S _{сульф}	Sr										
Нижний девон																				
<i>Подъемническая свита</i>																				
543	Доломит тонкозернистый	Струйчатость за счет глины; 2–3 % алевроитовые кварц, полевой шпат, хлорит; полоски выполнены ромбоэдрами доломита, пойкилитовым кальцитом и колломорфным халцедоном	24,11	16,51	36,74	0,35	0,67	<0,01	0,04	0,04	0,04	73,85	2,91	0,56	–	<0,017	77,34	22,66		
547	Доломит тонкозернистый алевроитистый	Комки со сгустковой структурой, 5–7 % кварца, кости рыб, полевые шпаты	19,86	14,55	31,83	0,45	0,79	<0,01	–	<0,02	87,86	–	0,56	–	<0,017	88,44	11,56			
<i>Слокойненская свита</i>																				
560	Доломит тонко-микрозернистый с це-лестинном	Редкие обломки кварца, полевого шпата; трещины и стилолиты содержат пирит	28,13	19,40	43,04	0,72	0,86	0,60	0,17	0,51	86,11	3,82	1,16	–	1,01	92,10	7,90			
563	Доломит тонко-микрозернистый с раковинным детритом	Комки и сгустки 5–6 %, алевроитовый кварц, скопления глобулярного и кубического пирита, раковинный детрит замещен кальцитом	24,46	18,10	38,06	0,81	0,99	<0,01	0,11	0,03	77,09	1,85	1,30	–	0,017	80,26	19,74			
<i>Русановская свита</i>																				
573/1	Доломит мелко-тонкозернистый с обильным стилолитов	Сгустки и комочки; серия пересекающихся стилолитов с сыпью пирита; полости заполнены доломитом	27,9	20,02	43,78	0,25	0,33	<0,01	–	<0,02	91,17	0,26	0,4	–	<0,017	91,85	8,15			
<i>Альбановская свита</i>																				
575	Доломит тонкозернистый с микрослойками алевролита	Слойки 0,10–0,75 мм кварца, прослой с биоморфозами пирита	25,26	16,83	39,50	0,72	0,86	<0,01	0,23	<0,02	80,68	1,25	1,16	–	<0,017	83,11	16,89			
576	Известняк сгустковый алевроитистый с текстурой смятия	Алевроитовый кварц 5–10 %, глинистые слои, глобулы кварца и скопления пирита 1–2 %	44,75	3,63	39,86	0,53	0,64	0,05	0,06	<0,02	17,78	70,2	0,85	–	0,08	88,93	11,07			
Средний девон																				
<i>Ватулинская свита</i>																				
701	Доломит мелко-тонкозернистый	Полости выщелачивания выполнены мозаичным кальцитом и волокнистым гипсом (2–3 %)	24,13	12,71	33,22	1,35	1,72	0,83	–	0,20	50,22	15,78	2,17	3,92	1,40	73,49	26,51			
705	Псевдобрекчия доломита	Линзочки глины; 1–2 % алевроитовый кварц, прожилки и гнезда мозаичного кальцита	18,43	7,75	22,33	0,36	1,24	1,00	0,21	<0,02	30,84	16,14	0,58	0,92	1,69	50,17	49,83			



Окончание табл. 2

№ оп.	Порода	Микроописание	Солянокислая вытяжка										Доломит	Кальцит	Сидерит	Подохрозит	Гипс	Σ	Остаток	
			CaO	MgO	CO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	SO ₃	S _{сульф}	Sr										
713	Лизовидное переслаивание известняка и глины	Слойки глины 20 %, сферолиты 30–35 %, гипс 35 %, гематит; 5–7 % алевритовый кварц, слюда; отмечаются биоморфозы кальцита; по трещинам кальцит, в полостях анальцим 2–3 %	27,69	14,64	37,84	2,69	3,30	<0,01	–	<0,02	56,11	18,94	4,33	2,85	<0,017	82,25	17,75			
562	Переслаивание известняка и доломита	Ленточное переслаивание известняка и алеврита; в полостях выщелачивания кальцит и анальцим	15,45	11,49	23,81	1,35	1,96	<0,01	0,13	<0,02	45,62	2,78	2,17	–	<0,017	50,59	49,41			
Нижний девон																				
<i>Матусевичская свита</i>																				
995-1	Известковый конгломерат с кальцитовым цементом		27,34	0,94	22,66	0,77	1,09	<0,01	0,06	<0,02	2,23	47,59	1,24	0,52	<0,017	51,60	48,40			
781	Известняк органично-обломочный		47,10	0,84	37,84	0,16	0,31	<0,01	–	2,15	82,90	0,26	0,68	<0,017	86,01	13,99				
<i>Вавиловская свита</i>																				
975	Известняк мелко-тонкозернистый с раковинным детритом		52,80	0,72	42,24	0,15	0,21	<0,01	0,31	0,83	93,80	0,24	1,3	0,017	96,19	3,81				

той водоросли и шлам. Цементом служат тонкозернистый кальцит, светлая глина и алевритовый кварц до 5–7 %. В известняках подъемнинской свиты в разрезе по р. Матусевича встречаются обломки криноидей, сцементированные тонкозернистым кальцитом, насыщенным органическим веществом.

Выше по разрезу обломки полидетрита отмечены в доломитовых мергелях спокойнинской свиты (до 3–5 %), в известняках альбановской (до 5–10 %), в глинисто-карбонатной матрице (до 15–20 %), в доломитах ватутинской свиты (до 2–10, иногда до 15–20 %), по всему разрезу в известняках вавиловской свиты (от 2–3 до 5–7 %).

Обломочные карбонатные породы прослеживаются почти во всех свитах начиная от североземельской. В основании нижнего девона в разрезах по рр. Матусевича и Ушакова вскрыты обломочные известняки, состоящие из мелкозернистых алевритовых и доломитизированных, водорослевых, мелкозернистых с крупными обломками створок брахиопод, полидетритовых с обилием створок остракод и брахиопод, местами с обломками панцирей трилобитов, криноидных и коралловых. Размер обломков от 1×5 (преобладают) до 5×20 мм (редко). Цемент алевропесчаный (10–40 %), в отдельных прослоях первичноглинистый (около 10 %), в сочетании с порово-пойкилитовым кальцитовым (до 10 %).

Судя по материалам изучения современных рифов, процесс перекристаллизации начался сразу после формирования карбонатного осадка [4]. В изученных нами разрезах перекристаллизации подвергались обломки как фауны (брахиоподы, остракоды, трилобиты), так и водорослевых известняков. Органический детрит, кроме того, полностью растворялся либо замещался кальцитом или доломитом.

Интересно формирование в североземельской свите конкреций с текстурой «конус в конус», сложенных шестоватым кальцитом размером от 0,1×(0,2–0,3) мм до (0,75–0,80)×(1,25–5,25) мм (рис. 4). Рост кристаллов периодически приостанавливался, при этом появлялся глинистый прослой с алевритовыми обломочками кварца, глобулярным пиритом и тонкозернистым прозрачным кальцитом. Рост происходил в еще не затвердевшем осадке, так как в отдельных случаях шестоватый кристалл начинает расти, а глинистый прослой изгибается и поднимается вместе с ним.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы.

1. Присутствующие в породах обломки раковинного детрита, прослой обломочных известняков с примесью оолитов и пеллет, частые переслаивания с терригенным алевритовым материалом свидетельствуют о мелководных условиях осадконакопления, возможной близости ракушняковых банок, а также частично об условиях приливно-отливной зоны.

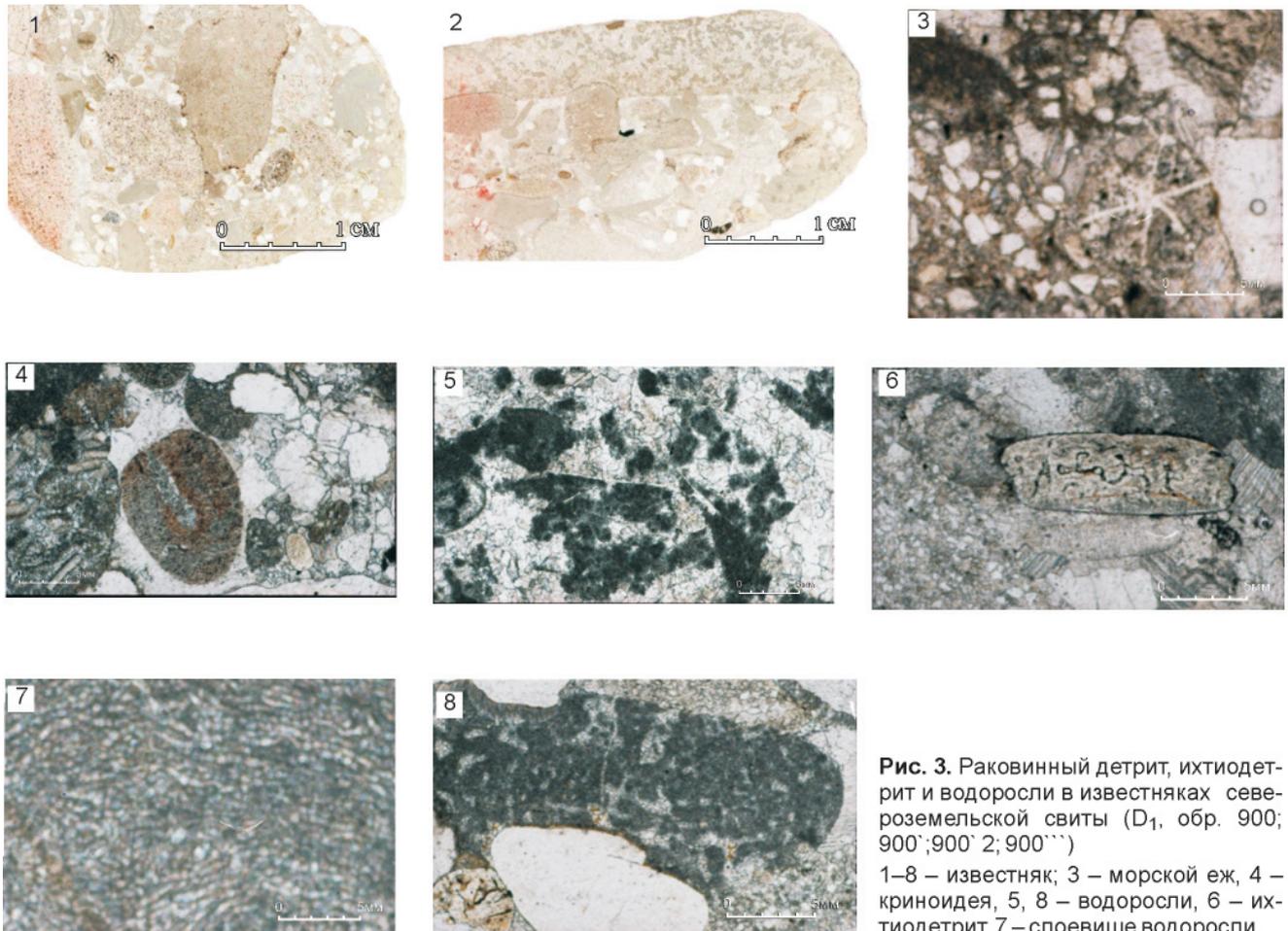


Рис. 3. Раковинный детрит, ихтиодетрит и водоросли в известняках североземельской свиты (D₁, обр. 900; 900' ;900' 2; 900''')

1–8 – известняк; 3 – морской еж, 4 – криноидея, 5, 8 – водоросли, 6 – ихтиодетрит, 7 – слоевище водоросли

Эта интерпретация согласуется с мнением Р. Г. Матухина [3] о том, что к наиболее мелководным фациям литорали отнесены сероцветные породы верхней части североземельской свиты, содержащие остатки рыб, остракод, водорослей, а также костеносные карбонатно-глинистые отложения с прослоями железных руд в верхней части альбановской свиты.

Ближе к нормально-морским известняки нижней части альбановской свиты, где многочисленны раковины остракод.

Нормально-морским литоральным шельфовым фациям соответствуют карбонатные породы средней части русановской свиты с остатками строматопорат, табулят, остракод, криноидей, позвоночных.

2. Наиболее подвержен разного рода изменениям раковинный детрит. При доломитизации микроструктура скелетных обломков исчезает, а при общей доломитизации породы расплываются их очертания, так что в шлифе различаются только неясные реликты органических остатков [1].

3. Значительная часть сгустково-комковатых карбонатных пород представляет собой реликты водорослевых.

4. Известняки и доломиты претерпели разнообразные эпигенетические изменения. В формировании пород значительна роль тектонического фактора, проявившегося в многочисленных и разнообразных трещинах и стилолитах, по которым проникали различные растворы, в том числе битуминозное вещество.

Завершилось формирование карбонатных пород гидротермальным этапом.

Эпигенетичный среднекрупнозернистый кальцит с полисинтетическими двойниками формировался при повышенных температуре и давлении. Отмечен кальцит, перекристаллизованный в сферолиты и разнообразные крустификационные образования, в ассоциации с каемками и пленками из гематита. Помимо известняков и доломитов в разрезе отмечены гидротермально преобразованные железные руды бродовской толщи (D_{1a}) и пепловые туфы ватутинской свиты (D_{2vt}), содержащие карбонаты.

Рис. 4. Пустотное пространство, трещиноватость и стилолитизация в породах нижнего девона

Русановская свита: 1 – пустоты в доломите, насыщение окрашенными смолами под давлением, 2 – поры (3–5 %); альбановская свита (электронный микроскоп): 3 – поры, 4 – фрагмент зоны трещиноватости; североземельская свита, текстура «конус в конус»; 6 – подъемническая свита, битуминозное вещество по стилолитовому шву; 7 – трещина, остракоды, обр. 580; 8 – извилистая трещина, обр. 800

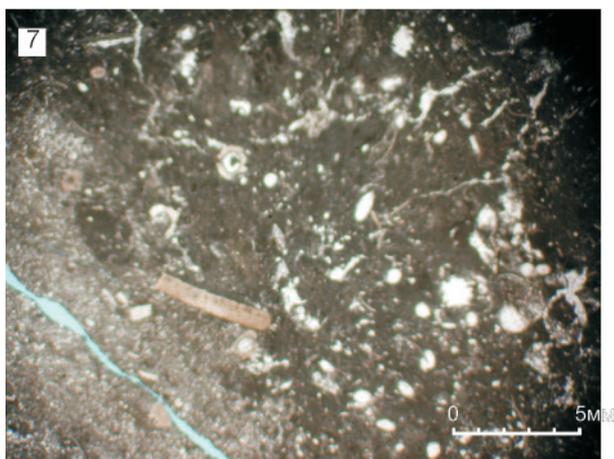
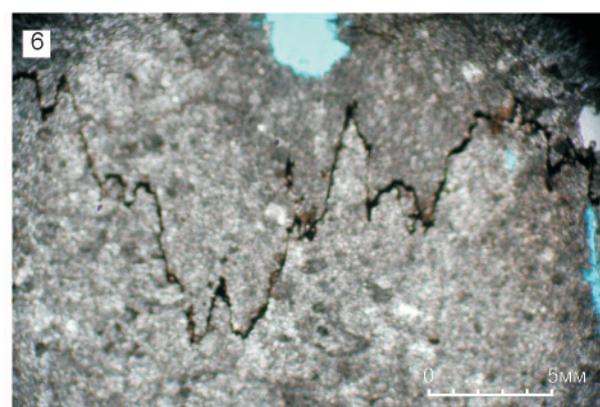
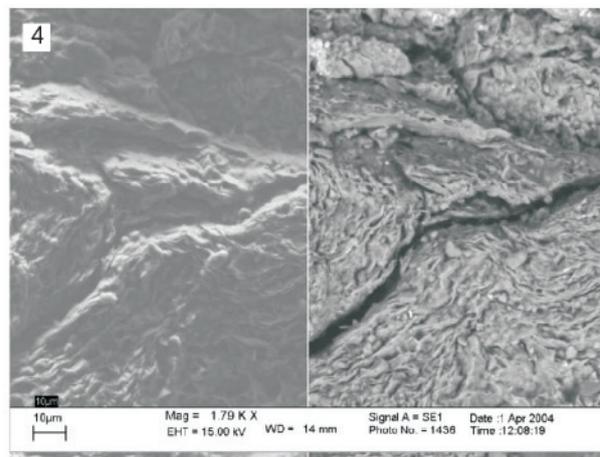
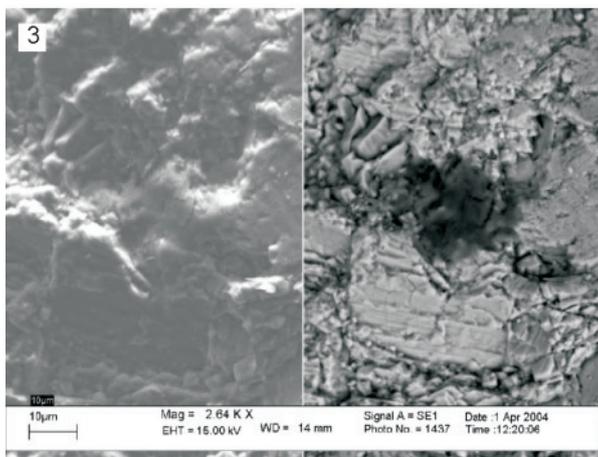
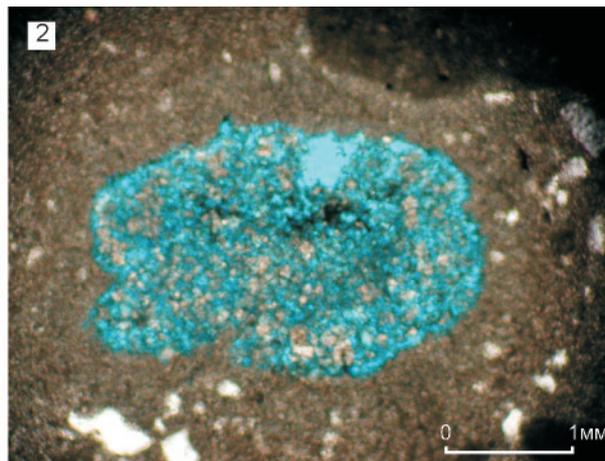
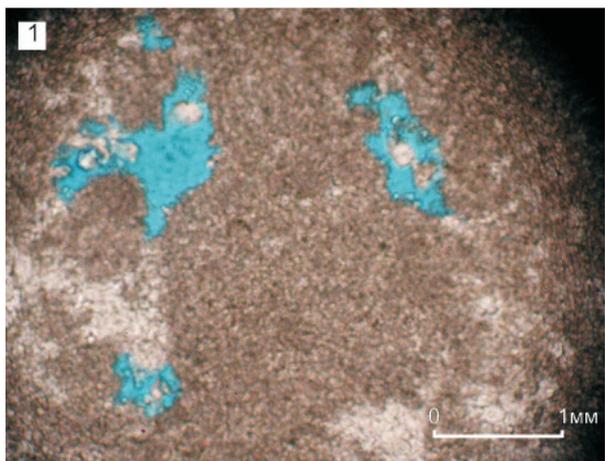




Таблица 3

Коллекторские свойства девонских карбонатных пород

Свита	Порода	K _{пр} , мД	K _{пв} , %	ρ _{а.с} , г/см ³	ρ _{м.у} , г/см ³	Класс, по К. Б. Аширову, 1971	
						по проницаемости	по емкости
Вавиловская	Известняк	0,01	0,3	2,64	2,64	Весьма низкопроницаемый	Весьма низкоемкий
				<i>Верхний девон</i>			
Гремященская	Доломит	0,13	0,9	2,68	2,69	То же	
Ватутинская	«	0,1	5,4	2,71	2,76		
				<i>Средний девон</i>			
Альбановская	«	0,3	9,9	2,54	2,64	«	Низкоемкий
Русановская	«	0,2	4,9	2,7	2,75		
Спокойнинская	Мергель	–	6,9	2,61	2,68	Низкопроницаемый	Низкоемкий
Подъемнинская	«	4,29	4,3	2,43	2,47		
				<i>Нижний девон</i>			
Северо-земельская	Известняк	0,02	0,5	2,69	2,7	Весьма низкопроницаемый	То же

Примечание. Образец: ρ_{а.с} – абсолютно сухой, ρ_{м.у} – максимально увлажненный.

Морфология пор и трещин изучалась в 41 шлифе. Шлифы насыщены окрашенными смолами под давлением, за исключением четырех образцов (см. рис. 4). Среди карбонатных пород преобладают весьма низкопроницаемые и весьма низкоемкие коллекторы. Единичные образцы низкоемких коллекторов с пористостью 8,6, 6,9, и 5,9–9,9 % отмечены в отложениях нижнего девона подъемнинской, спокойнинской и альбановской свит соответственно.

При обобщении результатов наших лабораторных определений коллекторских свойств и данных предшествующих исследователей можно констатировать, что лучшими коллекторскими свойствами в стратотипическом разрезе обладают породы ватутинской свиты, все образцы которой оказались низкоемкими (K_п = 5,0–8,3 %), лишь один – среднеемким (K_п = 13,1 %) (табл. 3).

Емкостные свойства верхнедевонских пород, судя по имеющимся определениям пористости и проницаемости, хуже, чем среднедевонских. Однако не исключено, что в них возможно улучшение проницаемости за счет тектонических деформаций.

Битуминозное вещество в виде капель, примазок и прожилков чаще всего приурочено к трещинам и стилолитовым швам карбонатных пород нижнедевонского возраста. Присутствие битуминозного вещества отмечается по стилолитовым швам в строматолитовых, пелитоморфных известняках североземельской свиты, в водорослевых текстурах «конус в конус»; в мергелях, известня-

ках и доломитах спокойнинской свиты и в многочисленных стилолитах строматолитовых, пелитоморфных известняков и эпигенетичных доломитов русановской свиты (см. табл. 1).

По данным предшествующих работ, весьма интересный объект – нижняя карбонатная пачка русановской свиты, в которой на о. Пионер установлены наиболее значительные битумопроявления. В сочетании с перекрывающей гипсоносной пачкой, прослеживающейся повсеместно, она представляет собой наиболее перспективный потенциальный резервуар.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Атлас** породообразующих организмов (известковых и кремневых) [Текст] / Составитель В. П. Маслов. – М. : Наука, 1973. – 267 с.
2. **Атлас** текстур и структур осадочных горных пород. Ч. 2. Карбонатные породы [Текст] / Под ред. А. В. Хабакова. – М. : Недра, 1968. – С. 81–108.
3. **Матухин, Р. Г.** Секвенс-стратиграфические подразделения девона архипелагов Северная Земля и Седова [Текст] / Р. Г. Матухин // Актуальные вопросы литологии : Матер. 8-го Уральского литол. совещ. – Екатеринбург : ИГГ УрО РАН, 2010. – С. 216–218.
4. **Обстановки** осадконакопления и фации [Текст] / Под ред. Х. Г. Рединга. Т. 2. – М. : Мир, 1990. – С. 5–73.
5. **Стратиграфия** силура и девона архипелага Северная Земля [Текст] / Ред. Р. Г. Матухин, В. Вл. Меннер. – Новосибирск, 1999. – 174 с.