

УДК 550.4:552.5(470.13)

## НАХОДКА КОРЫ ВЫВЕТРИВАНИЯ НА МЕЖФОРМАЦИОННОМ КОНТАКТЕ (ВЕРХНЯЯ ПЕЧОРА, СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

© 2004 г. Я. Э. Юдович, Н. Ю. Никулова, М. Ю. Казачкин,  
М. П. Кетрис, И. В. Швецова

Представлено академиком Н.П. Юшкиным 22.03.2004 г.

Поступило 01.04.2004 г.

В 2002 г. в ходе проведения тематических работ в верховьях р. Печоры, В.С. Озеровым (ведущим геологом ОАО “Комигеология”) в скальном выходе, протягивающемся более чем на 500 м вдоль левого борта долины руч. Састумнел, одного из крупных притоков р. Ельмы (рис. 1), на расстоянии от 3.75 до 4.3 км от устья по азимуту СЗ 215° был обнаружен контакт древних, предположительно рифейских, карбонатных пород и кварцито-песчаников тельпосской свиты нижнего ордовика. Карбонатная толща названа В.С. Озеровым с а с т у м н е л ь с к о й. Поскольку по опыту работ на Приполярном Урале известно, что зона межформационного контакта фундамент/чехол является рудоносной [1, 2], то обнаружение такого контакта на севере Урала, в слабо обнаженной, зелененной местности, представляет большой научный и практический интерес. Последнее побудило нас к проведению летом 2003 г. более подробного изучения горных пород в зоне контакта. Были проведены штупное опробование пород на межформационном контакте, микроскопическое изучение (50 шлифов), анализ минералогического состава тяжелых фракций (25 образцов) и геохимическое исследование (12 полных химических и 16 фазовых “карбонатных” анализов) с последующим нормативным пересчетом (табл. 1 и 2).

Наблюдаемая нижняя часть разреза (састумнельская толща) сложена серыми и зеленоватосерыми тонкослоистыми известняками и известковыми алевролитами. Угол падения слоев изменяется от 20° до 30°, азимут падения 215°–220° ЮВ. Видимая мощность толщи от 0.5 до 4.0 м, а полная составляет, вероятно, несколько сот метров. Азимут падения контакта састумнельской толщи с вышележащими породами тельпосской свиты 180°–190° Ю, угол 5°–10°. В 3.8 км от устья ручья,

на контакте карбонатных пород састумнельской толщи и тельпосских кварцито-песчаников обнаружена пачка бурых и черных сланцев мощностью 40–50 см, представляющая собой либо кору выветривания по карбонатному фундаменту *in situ*, либо продукты ее ближнего переотложения.

В разрезе састумнельской толщи фундамента выделено несколько литотипов, образующих непрерывный ряд от известняков до известковистых алевролитов или слабо известковистых кварцевых алевросланцев (табл. 3). Для этих пород характерна тонкополосчатая текстура: чередование зернистых слоев существенно кварцевого состава с более карбонатными – либо также зернистыми, либо пелитоморфными. В некоторых образцах обнаружены биоморфные включения, которые выглядят как серповидные монокристаллы кальцита размером до 0.3–0.5 мм (обр. 89) или как округлые включения (обр. 84) размером 0.3–0.6 мм

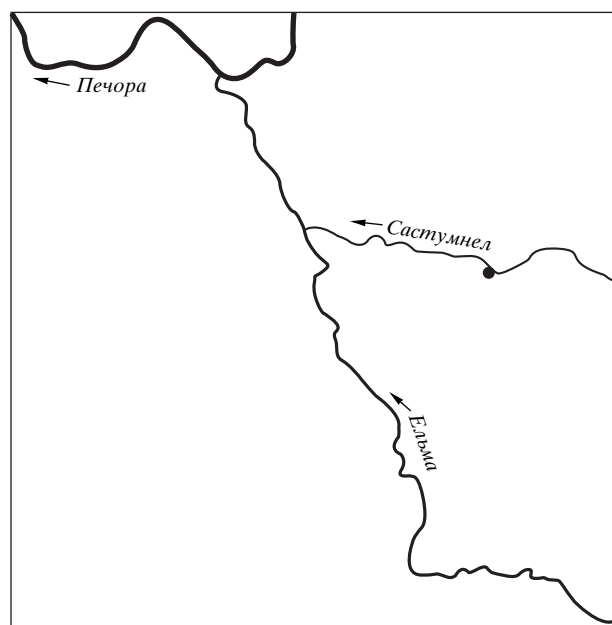


Рис. 1. Схема расположения разреза.

Институт геологии Коми научного центра  
Уральского отделения Российской Академии наук,  
Сыктывкар

**Таблица 1.** Средний химический состав пород зоны межформационного контакта, мас. %

Компоненты и модули	Средние составы пород по литотипам				Отдельные образцы			
	I (2)	II (2)	III (2)	IV (2)	4/1	91	92	93
	гиперсилиты		нормосилиты	миосилиты	миосилит	суперсилиты		псевдогидролизат
SiO <sub>2</sub>	93.38	88.20	77.08	70.74	58.56	57.87	55.18	40.00
TiO <sub>2</sub>	0.05	0.12	0.75	0.61	0.68	1.06	1.11	1.18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.05	2.62	6.57	11.36	8.76	12.19	13.89	9.73
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.28	0.43	1.20	2.39	1.73	5.73	5.68	25.11
FeO	0.52	0.76	2.37	2.50	2.00	7.58	6.57	9.08
MnO	0.01	0.02	0.05	0.02	0.078	0.038	0.39	0.072
MgO	0.33	0.50	1.00	2.12	1.73	3.38	3.05	3.89
CaO	2.07	2.85	3.66	1.41	11.52	2.33	2.91	2.04
Na <sub>2</sub> O	0.12	0.30	0.61	0.62	0.44	0.31	0.37	1.08
K <sub>2</sub> O	0.29	1.20	2.67	4.20	3.52	3.15	4.52	1.61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.03	0.04	0.1	0.12	0.12	0.18	0.21	0.40
П.п.п.	1.97	2.78	4.08	4.01	11.17	6.23	6.34	5.94
Сумма	100.08	99.82	100.13	100.08	100.31	100.05	99.87	100.13
CO <sub>2</sub>	1.16	1.92	2.37	0.75	8.23	1.20	2.81	0.14
ГМ	0.02	0.04	0.14	0.24	0.23	0.46	0.50	1.13
Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	0.4	1.50	3.28	4.81	3.96	3.46	4.89	2.69

Примечание. ГМ – гидролизный модуль [4]: (TiO<sub>2</sub> + Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO + MnO)/SiO<sub>2</sub>. Основание тельпосской свиты: I – сильно катаклазированные монокварцевые песчаники; II – песчаники с примесью полевых шпатов и карбоната; III – слюдистые песчаники с примесью полевых шпатов; верхняя часть глинистой пачки; IV – кремнистые железисто-слюдистые глины с примесью карбоната; в скобках – число анализов; средняя часть глинистой пачки; 91, 92 – ожелезненные глинистые сланцы; низы глинистой пачки; 93 – микроконкреционный железисто-слюдистый сланец; карбонатный фундамент; 4/1 – алевролит известковистый.

с клетчатой структурой (рис. 2а). К существенно карбонатным слоям часто приурочены шнуровидные, сноповидные и игольчатые выделения стильпномелана (рис. 2б). В тяжелых фракциях протолочных проб карбонатов присутствуют: аутигенный пирит в кубических кристаллах, гидроксиды железа по пириту, циркон, апатит, сфен, амфибол, эпидот и магнетит. По данным количественного спектрального анализа (КСА) в породах отмечаются аномальные содержания Ba – до 660 г/т и околосларковые содержания Sr – 140–370 г/т (в более карбонатных разностях).

Сланцевая пачка на контакте карбонатной толщи и тельпосских кварцито-песчаников имеет зональное строение. Верхняя часть (около 10 см) сложена окремненными карбонатсодержащими железистыми глинами (кластер IV в табл. 1), средняя часть (15–20 см) – менее кремнистыми, карбонатсодержащими железистыми породами с реликтами шамозитовых оолитов-микроконкреций (обр. 91 и 92), нижняя часть (5–10 см) – сильно ожелезненными бескарбонатными глинами с хорошо различимыми железистыми оолитами-микроконкрециями (обр. 93). Под микроскопом в обр. 93

хорошо видна как исходная порода, так и продукты ее интенсивного окисления. Здесь можно различить: а) черно-желтые микроконкреционные прослойки, состоящие из плотно упакованных удлиненных “овсовидных” интенсивно ожелезненных шамозитовых оолитов-микроконкреций, с подчиненным количеством скрепляющего их железистого цемента, б) участки или полосы темно-бурого алевроглинистого матрикса со свежими незамещенными шамозитовыми микроконкрециями (рис. 2в). Приближенно-количественный спектральный анализ (ПСА) показал изобилие слабых аномалий (г/т): Mn (1000 – в гидроксидах?), Mo (2.4 – в гематите и гидроксидах?), V (100 – в шамозите, гематите, фуксите?), Zn (130 – в шамозите?), Sr (100 – в шамозите, гематите, фуксите?), Y (75 – в фосфате?). Рентгеновский дифрактометрический анализ (Å, в скобках интенсивность) показал присутствие стильпномелана или монтмориллонита – 12.1 (2), 4.01 (1); кварца; гематита – 2.69 (2), 2.51 (2); шамозита – 7.0 (1), 3.52 (1) и щелочного полевого шпата. По данным КСА, содержания Ba и Sr составляют 1600 и 70 г/т. В обр. 91 из расположенного выше прослоя карбонатсодержащей желе-

**Таблица 2.** Нормативный минеральный состав пород, %

Нормативные минералы	Средние составы по литотипам				Отдельные образцы			
	I	II	III	IV	4/1	91	92	93
Кварц	91.1	81.2	63.0	46.6	35.7	35.4	34.6	16.3
Плагиоклаз	1.5	3.2	5.5	6.6	5.7	4.0	3.4	12.8
Ортоклаз	1.4	7.2	11.1		7.8			
Карбонаты	2.6	4.4	8.1	1.7	18.6	2.6	4.2	0.4
Стильпномелан					19.0			
Хлорит	1.0	2.2	2.4	6.5		27.6	20.4	27.6
Сфен	0.1	0.4	0.2		1.8	1.4	2.3	2.0
Мусковит	0.4		6.4		11.1			
Фенгит				36.8		27.1	34.6	14.5
Лейкоксен				0.8			0.2	0.6
Апатит			0.3	0.3	0.3	0.6	0.3	0.9
Эпидот	0.2					0.3		
Магнетит			1.89					
Ильменит			1.2					
Лимонит	0.2			0.8		0.3		24.9
Прочие	0.8	0.7						

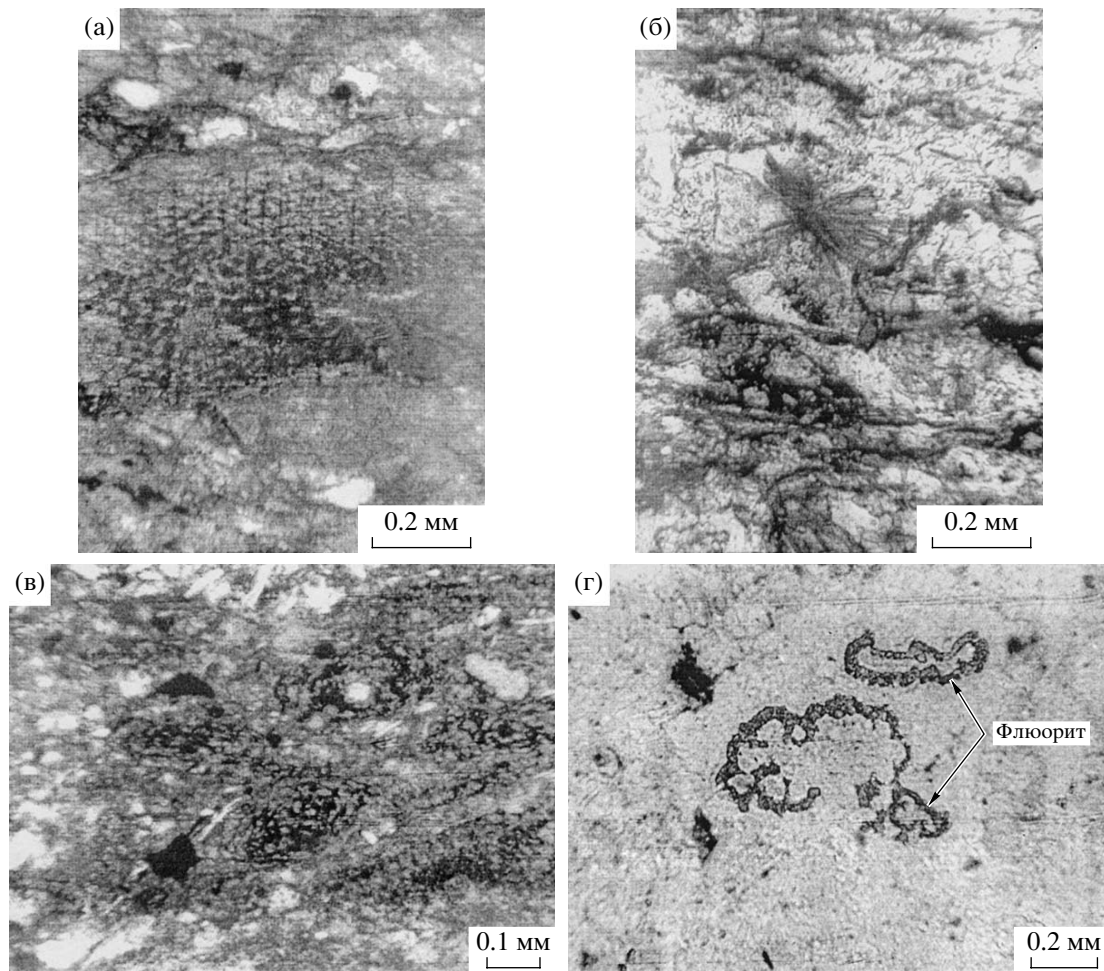
**Таблица 3.** Средний фазовый (1.89% HCl) химический состав пород састумнельской толщи, мас. %

Порода	Число образцов	H.о.	CO <sub>2</sub>	CaO	MgO	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (общ.)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Сумма	FeO
Известняк	2	32.91	28.035	36.07	0.4	0.115	0.845	0.077	98.252	0.5
Известняк алевритистый	6	45.34	22.22	28.25	0.34	0.10	1.03	0.22	97.40	0.54
Алевролит известковистый	4	65.56	13.63	16.96	0.49	0.09	0.90	0.10	97.598	0.43
Алевросланец с карбонатом	4	81.61	5.89	5.96	0.89	0.07	1.61	0.12	96.15	0.71

зистой породы под микроскопом видна микролепидогранобластовая фенгит-хлорит-кварцевая ткань. В ней различимы очень мелкочешуйчатый буровато-зеленоватый фенгит (возможно, также и фуксит?), светло-зеленый хлорит-1 и более крупные выделения ярко-зеленого шамозита-2 с аномальными (чернильными) цветами интерференции. Шамозит-2 довольно отчетливо сегрегирован от бурых алевроглинистых полей и тесно ассоциирует с полями и прожилками крупнозернистого кварца-2, большинство которых согласные, субпараллельные сланцеватости. В прожилках кварца-2 совместно с шамозитом-2 встречается сфен, образующий довольно крупные зерна. ПСА показал изобилие слабых аномалий (г/т): Мо (2–3 – в органическом веществе или Fe-гидроксидах?), V (100 – в хлорите, фенгите?), Zn (130 – хлорит?), Sr (130 – фуксит?), Y (75 – фосфат?). Рентгеновский дифрактометрический анализ показал присутствие гидрослюд, кварца, кальцита, шамозита и предположительно

фосфата. По данным КСА в породе содержатся Ba – 1000, Sr – 34 г/т.

Перекрывают сланцевую пачку отложения тельпосской свиты (O<sub>1tr</sub>), представленные массивными сливными серовато-голубоватыми средне-, крупнозернистыми кварцито-песчаниками, иногда переходящими в мелкогалечные гравелиты. Азимут падения слоев 160°, угол падения 25°–30°. Видимая мощность толщи составляет около 20 м, однако мы наблюдаем лишь ее нижние слои. Полная мощность тельпосских отложений может достигать в этом районе 500 м. Под микроскопом видно, что кварцито-песчаники, в которых отмечается заметное содержание полевых шпатов (табл. 2), сильно катаклазированы. Акцессорные минералы в шлифах представлены эпидотом, апатитом, цирконом и турмалином, а в обр. СА 1/1 – новообразованным флюоритом. Он встречается в виде зерен размером до 2.0–2.5 мм, а также неправильной формы скоплений и цепочек (рис. 2г). Минералогический анализ тяжелых фракций протолок



**Рис. 2.** Микрофотографии шлифов. а – проблематичные биоморфные образования, обр. 87, без анализ.; б – сноповидные выделения стильпноmelана, обр. 74, с анализ.; в – шамозит-гидроксидные микроконкреции в железисто-глинистом сланце, обр. 93, без анализ.; г – флюорит в кварцито-песчанике, обр. 1/1, без анализ.

показал присутствие флюорита еще в двух пробах (обр. 2/7 и 2/8). Вверх по разрезу полевошпатовые кварцевые песчаники постепенно сменяются монокварцевыми, менее измененными.

Совокупность всех данных, как приведенных выше, так и полученных нами ранее [1], позволяет предложить концептуальную схему межформационного контакта на руч. Састумнел, по-видимому, пригодную для всего района В. Печоры (рис. 3):

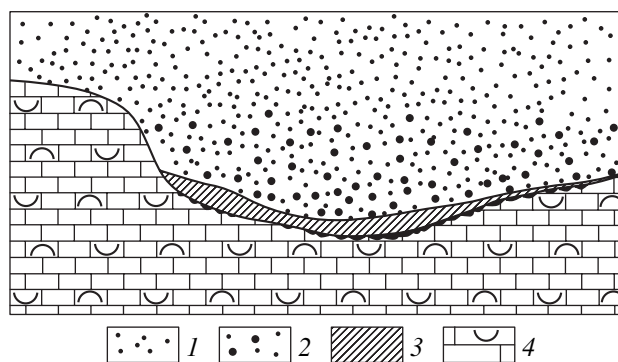
1. Фундамент представлен састумнельской карбонатной толщей с ближе не определенными биоморфными включениями, напоминающими микрофитолиты или талломы строматолитовых водорослей (?). В парастратотипическом разрезе рифея на Приполярном Урале [1] известны только две свиты с карбонатными породами: предположительно нижнерифейская щокуринская ( $R_{1sc}$ ) и линзы строматолитовых доломитов в сланцевой мороинской свите ( $R_{3mr}$ ). Щокуринская свита имеет двучленное строение – существенно вулка-

ногенная нижняя пачка и существенно карбонатная (кальцитовые мраморы) – верхняя. Характерным геохимическим признаком для нее является накопление В и Ва, а местами также аномалии Zn, Pb и Cu [1]. Састумнельская толща, явно содержащая примесь пирокластики (стильпноmelан), известковая (а не доломитовая), с геохимическими аномалиями Ва (бор пока не определялся) весьма напоминает щокуринскую толщу, с которой и может быть предварительно сопоставлена.

2. Базальные слои тельпосской свиты, представляющей собой платформенную фалаховую формацию [4], с несогласием залегающие на састумнельской карбонатной толще, сложены необычными по микроструктуре сильно катаклазированными кварцито-песчаниками с заметным содержанием полевых шпатов, что сближает их с базальными калиевыми субаркозами, описанными нами выше по Печоре – на р. Выдерье. Ранее мы пришли к выводу о том, что такие отложения, по-видимому, отвечают начальному периоду

тельпосской трансгрессии – заполнению депрессий дотельпосского рельефа преимущественно местным обломочным материалом с большим участием продуктов размыва гранитных массивов [1, с. 102]. Монокварцевые песчаники, очевидно, отвечают более высоким горизонтам фалаховой формации – периоду полного развертывания раннеордовикской трансгрессии, с преобладанием обломочного кварца из удаленного источника.

3. В депрессиях дотельпосского рельефа местами сохранилась зональная глинистая кора выветривания (КВ) по субстрату састумнельских карбонатов. Об ее былом субстрате свидетельствует присутствие в глинистой пачке стильпномелана и мощных геохимических аномалий бария, очевидно в форме барита, сконцентрированного в “нерастворимом остатке” карбонатных пород. Явно аутигенным является здесь обильный 7Å-септехлорит типа шамозита, образующий характерные зональные “оолиты” – микроконкреции. Однако зональность КВ – обратная нормальной КВ in situ: наиболее железистые и глиноземистые образования внизу, а карбонат- и кремнеземсодержащие – вверху. Такая картина допускает два варианта интерпретации. Либо это все-таки КВ in situ, но подвергшаяся эпигенетическим окремнению и карбонатизации в верхних горизонтах; тогда нижние слои КВ следует рассматривать как реликтовые. Либо это продукты смыва КВ с поднятий и ближнего переотложения гидролизатного материала [4] в депрессиях дотельпосского рельефа. Тогда последовательность зон получится перевернутой: более зрелые слои КВ внизу, а менее зрелые – вверху. Совокупность имеющихся данных склоняет нас к первому варианту интерпретации. В пользу такой трактовки свидетельствует широкое проявление на межформационном контакте явлений эпигенеза, очевидно, инициированных разгрузкой тектонических напряжений на межформационном контакте, что привело к дроблению пород в зоне контакта и развитию в них вторичного минералообразования в трещинах (поздние генерации кварца, микролина, карбоната, хлорита и даже сфена). Об этом же может свидетель-



**Рис. 3.** Концептуальная схема межформационного контакта на руч. Састумнел. 1 – монокварцевые кварцито-песчаники тельпосской свиты (O<sub>1</sub>tp); 2 – полевошпат-кварцевые сильно катаклазированные кварцито-песчаники той же свиты; 3 – кремнисто-глинистые железненные сланцы с шамозитом – древняя ресилифицированная кора выветривания рифейского фундамента; 4 – састумнельская толща – тонкослоистые (строматолитовые?) известняки и известковые алевросланцы с примесью пирокластики – вероятный аналог щокурьинской свиты (R<sub>1</sub>sc) Ляпинского антиклинория на Приполярном Урале.

ствовать необычное присутствие флюорита в основании тельпосской толщи. Наиболее вероятным источником F и Ca послужили карбонатные породы фундамента [3, с. 152].

Выражаем признательность за петрографическую консультацию Е.А. Котельниковой, ведущему геологу ЗАО “Миреко”, и В.С. Озерову, руководившему нашей работой в поле.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геохимия древних толщ Севера Урала / Под ред. Н.П. Юшкина. Сыктывкар: Геопринт, 2002. 333 с.
2. Юдович Я.Э., Ефанова Л.И., Швецова И.В. и др. Зона межформационного контакта в каре оз. Грубепендиты. Сыктывкар: Геопринт, 1998. 98 с.
3. Юдович Я.Э. Региональная геохимия осадочных толщ. Л.: Наука, 1981. 276 с.
4. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.