

Ноябрь
2012 г.
№ 11 (215)

Вестник

Института геологии Коми научного центра УрО РАН

Научное и научно-информационное издание

Издаётся с января 1995 г. Выходит 12 раз в год

В этом номере:

Геохронологическая история метаморфизма пород дорифейских образований западного склона Южного Урала	2
Преобразование Тимано-Североуральских морских экосистем в позднем ордовике—раннем силуре	9
Техногенные битумы из горелых отвалов Челябинского угольного бассейна	12
Минеральная составляющая простатолитов	15
Экспериментальное моделирование катагенеза средневолжского горючего сланца	18
Катагенез органического вещества осадочных толщ Омра-Сойвинского района	23
Пикритовые флюидизатно-эксплозивные брекчи хардесского комплекса (Приполярный Урал)	27
Особенности золоторудных месторождений севера Урала и Яно-Колымского пояса	31
О 34-м Международном геологическом конгрессе, Стеклянных горах и песчаных замках	35
Аспирантура и докторантуре—2012	41
Легенда геологического музея	44

Главный редактор

А. М. Асхабов

Зам. главного редактора

О. Б. Котова

Ответственный секретарь

Т. М. Безносова

Редколлегия

А. И. Антошкина, И. Н. Бурцев, Д. А. Бушнев, А. Д. Гвишиани, Г. Н. Каблис, С. С. Клименко, И. В. Козырева, В. А. Коротеев, С. К. Кузнецов, Т. П. Майорова, А. М. Пыстин, О. В. Удоратина, М. А. Федонкин

Зав. редакцией

Т. А. Некучаева

XXVI ЧЕРНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ (135 лет со дня рождения А. А. Чернова)

Александр Александрович Чернов — Герой Социалистического Труда, кавалер орденов Трудового Красного Знамени, Красной Звезды, Ленина, заслуженный деятель науки РСФСР, заслуженный деятель науки и техники Коми АССР, лауреат золотой медали имени академика А. П. Карпинского — один из крупнейших геологов России.

Более сорока лет своей активной и плодотворной жизни А. А. Чернов посвятил изучению геологии, созданию минерально-сырьевой базы, развитию производительных сил и науки Республики Коми и всего Европейского Северо-Востока. С его именем связаны почти все важнейшие открытия полезных ископаемых, которые стали основой для экономического развития Коми края, создания крупных промышленных производств.

А. А. Чернов теоретически обосновал существование Печорского угольного бассейна. Под его руководством и по его прогнозам был выявлен ряд крупных промышленных месторождений каменных углей. Он внес выдающийся вклад в решение проблем нефтегазоносности Тимано-Печорской области, придавал большое значение изучению бокситоносности Тимана, уделял внимание проблеме соленоносности территории Коми АССР, определению перспектив Тимана и севера Урала на золото, алмазоносности Тимана, поискам железорудных месторождений, полиметаллов, редкометалльных руд и многих других полезных ископаемых.



А. А. Чернов (11(24). 07.1877–22.01.1963)

чорской области, придавал большое значение изучению бокситоносности Тимана, уделял внимание проблеме соленоносности территории Коми АССР, определению перспектив Тимана и севера Урала на золото, алмазоносности Тимана, поискам железорудных месторождений, полиметаллов, редкометалльных руд и многих других полезных ископаемых.

Окончание на стр. 47

ХРОНИКА НОЯБРЯ

6 ноября состоялись XXVI Черновские чтения, посвященные 135-летию со дня рождения А. А. Чернова.

7 ноября — 75-летний юбилей Александры Ивановны Чумаковой. Работала в институте с 1973 по 1997 г. младшим научным сотрудником.

13 ноября в диссертационном совете Д 004.008.01 Института геологии Коми НЦ УрО РАН Сметаников Андрей Филиппович успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Минералогия солей и благородных металлов Верхнекамского месторождения»; Коротченкова Оксана Викторовна — кандидатскую на тему «Ефимовское месторождение алмазов: геология, типоморфные минералы и локальный контроль алмазоносности».

17 ноября — 80-летний юбилей к. г.-м. н. Лидии Александровны Анищенко, ведущего научного сотрудника. Работает в институте с 1996 г.

20 ноября — 45 лет работы в институте Л. П. Морохиной.

24 ноября — 40 лет работы в институте профессора Ю. А. Ткачева.

27 ноября — Е. М. Ардашовой по итогам первого года обучения в аспирантуре присуждена премия им. А. А. Кузнецова.

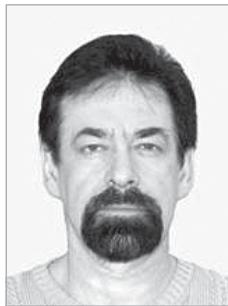
29 ноября — общее собрание научных работников поддержало кандидатуру академика А. М. Асхабова на должность директора ИГ Коми НЦ УрО РАН.

30 ноября — с экспозициями Геологического музея им. А. А. Чернова ознакомилась делегация Венгрии во главе с заместителем председателя Государственного собрания Яношем Латорцаи



УДК 550.93(571.62)

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ МЕТАМОРФИЗМА ПОРОД ДОРИФЕЙСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА

А. М. Пыстин¹Ю. Л. Ронкин²С. Синдерн³Ю. И. Пыстин¹¹ Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия, pystin@geo.komisc.ru, pystina@geo.komisc.ru² Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия, y-ronkin@mail.ru³ Институт минералогии и экономической геологии RWTH Университета, Аахен, Германия

Раннедокембрийский возраст наиболее достоверно установлен для полиметаморфических комплексов палеоконтинентальной зоны Южного Урала. Они сложены архейскими (вплоть до 3.5 млрд лет) и палеопротерозойскими породами. Нижняя возрастная граница раннего этапа метаморфизма гранулитовой фации, который испытывали архейские образования, датируются значениями около 2.8 млрд лет. Гнейсо-мигматитовые комплексы сформировались в палеопротерозое при последовательном проявлении гранулитового метаморфизма (около 2.1 млрд лет назад), сменившегося метаморфизмом амфиболитовой фации с сопутствующей гранитизацией (2.0–1.8 млрд лет назад).

Ключевые слова: Урал, архей, палеопротерозой, полиметаморфический комплекс, гранулитовый метаморфизм, циркон.

GEOCHRONOLOGICAL HISTORY OF METAMORPHISM OF ROCKS OF PRERIPHEAN FORMATIONS, THE WESTERN SLOPE OF THE SOUTHERN URALS

A. M. Pystin, Y. L. Ronkin, S. Sindern, Ju. I. Pystina

¹ Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch of RAS, Syktyvkar, Russia,² Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia,³ Institute of Mineralogy and Economic Geology of RWTH University, Aachen, Germany

The Early Precambrian age is most authentically established for the polymetamorphic complexes of the paleocontinental zone of the Southern Urals. They are composed of Archean (up to 3.5 Ga) and Paleozoic rocks. The lowest limit of the early granulite metamorphism affecting the Archean formations is ca. 2.8 Ga. The gneiss-migmatite complexes were formed by successive manifestations of granulite metamorphism (2.8 Ga) which was replaced by the amphibolite facies metamorphism and accompanying granitization (2.0–1.8 Ga).

Keywords: the Urals, the Archean, the Paleoproterozoic, polymetamorphic complex, granulite metamorphism, zircon.

Имеющиеся геофизические данные свидетельствуют о продолжении структур кристаллического фундамента Восточно-Европейского кратона под палеоконтинентальной зоной Урала [1,18,20]. Это обстоятельство дает основание для интерпретации по крайней мере некоторых из приуроченных к этой зоне (традиционно называемой западным склоном Урала) высокотемпературных метаморфических (полиметаморфических) комплексов как тектонически перемещенных фрагментов кристаллическо-

го основания прилегающей с запада платформенной области.

Распространенные на западном склоне Урала полиметаморфические комплексы различаются по вещественному составу, структурам и особенностям метаморфизма пород. Среди них нами [11] выделяются: гнейсо-гранулитовые, гнейсо-мигматитовые, эклогит-гнейсовые, гранулит-метабазитовые, эклогит-сланцевые и кристаллосланцевые комплексы (рис. 1).

Большинство из этих комплексов по ряду признаков (высокой степени

метаморфизма пород, «неуральской» ориентировке структур и геохронологическим данным) можно отнести к нижнедокембрийским (домезопротерозийским) образованиям. При этом следует признать, что достаточно высокая степень обоснованности раннедокембрийского возраста пород пока достигнута только в отношении гнейсо-гранулитовых и гнейсо-мигматитовых комплексов. В интерпретации возраста пород других полиметаморфических комплексов западного склона Урала имеются разногласия.

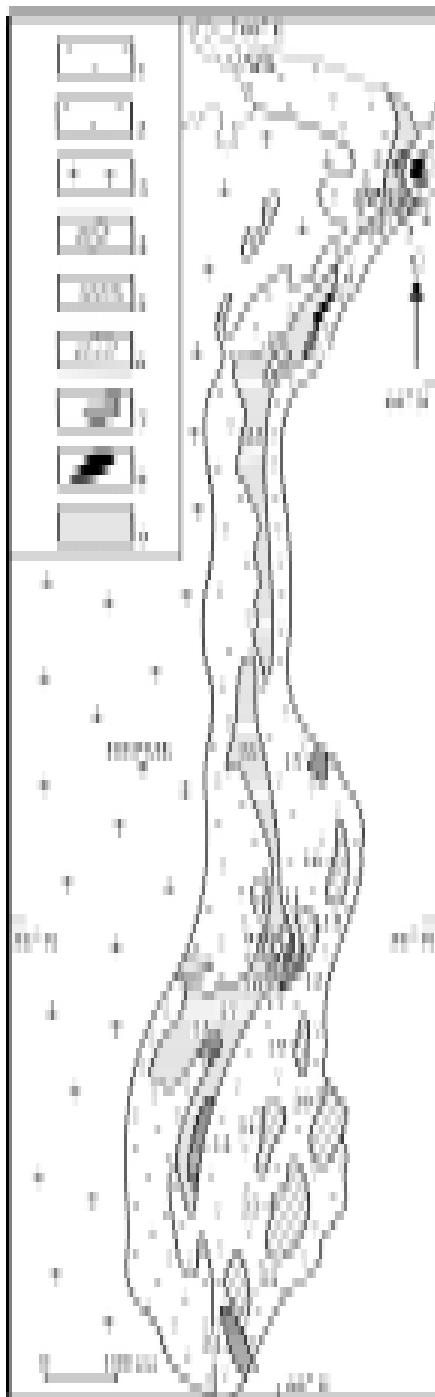


Рис. 1. Схема расположения метаморфических комплексов Урала (по [10] с дополнениями): 1–2 — палеозойские формации: 1 — палеоокеанические, 2 — палеоконтинентальные; 3 — осадочный чехол Восточно-Европейской платформы; 4–8 — нижнедокембрийские полиметаморфические комплексы: 4 — гнейсо-гранулитовые, 5 — гнейсо-мigmatитовые, 6 — кристаллосланцевые, 7 — эклогит-гнейсовые и эклогит-сланцевые, 8 — гранулит-метабазитовые; 9 — верхнепротерозойские образования, преимущественно претерпевшие зеленосланцевый метаморфизм. Метаморфические комплексы: 1 — малыкский, 2 — марункеуский, 3 — ханмайхойский, 4 — париквасьшорский, 5 — хараматалоуский, 6 — хордьюсский, 7 — неркауский, 8 — няртинский, 9 — тараташский, 10 — александровский, 11 — уфалейский, 12 — восточно-уфалейский, 13 — белорецкий, 14 — максютовский, 15 — салдинский, 16 — мурзинско-адуйский, 17 — ильменогорский, 18 — сысертский, 19 — кочкарский, 20 — марининский, 21 — адамовский, 22 — текельдытуский, 23 — кайрактинский, 24 — талдыкский. Основные области развития докембра: 25 — Центрально-Уральская зона, 26 — Кваркушское поднятие, 27 — Башкирское поднятие

Фактический материал и его интерпретация

В геохронологическом отношении наиболее изученными являются тараташский гнейсо-гранулитовый и александровский гнейсо-мigmatитовый комплексы. Поэтому именно они представляют наибольший интерес для расшифровки ранних этапов эволюции полиметаморфических комплексов западного склона Урала. Недавно было выполнено обобщение по изотопной геологии древнейших образований Южного Урала, где основное внимание уделялось тараташскому комплексу [15]. С учетом этого обстоятельства в данной статье мы ограничились очень кратким описанием геологического строения и геохронологической истории тараташского комплекса и отдали приоритет характеристике александровского комплекса.

Тараташский комплекс расположен в северной части Башкирского поднятия на границе Среднего и Южного Урала среди вулканогенно-осадочных образований айской и саткинской свит нижнего рифея. Он занимает площадь около 400 км² и имеет форму вытянутой в северо-северо-восточном направлении и выгнутой к востоку линзы. Геологическое строение комплекса, особенности веществен-



ного состава пород и их метаморфизма наиболее детально были изучены при геологосъемочных работах м-ба 1:50000, выполненных в 1967–1975 гг. [6]. В разрезе тараташского комплекса выделяется ряд свит, которые отличаются соотношением в разрезе основных разновидностей пород: гиперстеновых плагиогнейсов, мигматизированных двупироксеновых кристаллических сланцев и метакоматитов. Подчиненное значение в строении комплекса имеют биотитовые гнейсы с гранатом, кордиеритом, силлиманитом, графитом, а также кварциты, железистые и графитовые кварциты. Обобщенный разрез тараташского комплекса выглядит следующим об-

разом: в его нижней и средней частях преобладают породы основного ряда, в верхней — плагиогнейсы, кварцитогнейсы и кварциты. Все перечисленные породы рассекаются многочисленными дайками диабазов и пикритов. Ранние структуры, хорошо сохранившиеся в северной части комплекса, ориентированы в восточном-северо-восточном направлении, дискордантном по отношению к субмеридиональному структурному плану рифея и уралид.

На основании U–Pb SHRIMP-II датирования цирконов, выделенных из гнейсов тараташского комплекса, установлен древнейший на Урале палеоархейский возраст — 3504 ± 210 млн лет, совпадающий в пределах наблюдаемых погрешностей с Sm–Nd модельными датировками $T_{DM} = 3455 \pm 39$ и 3490 ± 37 млн лет валовых составов тех же самых образцов [14]. Эти цифры могут указывать на минимальный возраст протолитов гнейсов. Позднее аналогичные U–Pb SHRIMP-II результаты были получены по цирконам из железистых кварцитов [3].

Один из наиболее обоснованных возрастных рубежей гранулитового метаморфизма, полученный также по циркону с помощью SHRIMP-II, соответствует значению 2792 ± 86 млн лет [3]. Ранее он характеризовался интервалом 2.7–2.6 млрд лет.

Последующие эндогенные события, которые наиболее отчетливо выражены в хронометрии тараташского комплекса, проявились в возрастном интервале 2.07–1.78 млрд лет назад. По мнению А. А. Краснобаева и его коллег [3], датировки этого уровня фиксируютdiafторез амфиболитовой фации и сопутствующих процессов гранитизации. В цитируемой работе приводится U–Pb SHRIMP-II-возраст цирконов из железистых кварцитов — 2037.2 ± 9.1 млн лет. С. Синдерном, Ю. Л. Ронкиным и их соавторами получены сопоставимые данные по цирконам из лейкосомы мигматитов — 2044 ± 8 млн лет (U–Pb, SHRIMP-II [22]) и по монацитам из метагранитоидов и метаосадочных пород — 2057 ± 18 и 2073 ± 47 млн лет (U–Pb, LA IC-MS [15]). Заключительные стадии постгранулитового метаморфизма и гранитизации в породах тараташского комплекса датируются цифрами около 1.8 млрд лет.

Неоднозначна генетическая интерпретация многочисленных промежуточных значений возраста, полученных в последние годы на основа-



нии U-Pb SHRIMP-II и ID-TIMS-данных по цирконам, а также U-Pb LA ICP-MS-данных по монацитам. Одними авторами [15, 22] они связываются с постгранулитовой магматической активностью (например, датировки 2461 ± 36 и 2344 ± 29 млн лет, U-Pb SHRIMP-II; 2231 ± 23 и 2210 ± 22 млн лет, U-Pb LA ICP-MS), другими [3] — с разномасштабными процессами преобразования гранулитовых цирконов (2611 ± 17 , 2449 ± 82 , 2311 ± 20 млн лет, U-Pb SHRIMP-II).

Александровский комплекс приурочен к региональному Зюраткульскому разлому, разделяющему Башкирский и Уралтауский мегантиклинории. Комплекс представляет собой узкий тектонический клин длиной 25 и шириной 1.0–2.5 км (рис. 2), обрамляется карбонатными отложениями саткинской свиты нижнего рифея. В нижней (северной) части комплекса преобладают гранат-слюдянные плагиогнейсы и кристаллические сланцы с переменным содержанием ставролита, кианита и силлиманита. Вверх по разрезу они сменяются гранат-амфиболовыми и биотит-амфиболовыми плагиогнейсами с редкими прослоями гранат-слюдянных кристаллических сланцев. Верхняя, видимая часть разреза сложена гранито-гнейсами и амфиболитами, количество амфиболитов возрастает вверх по разрезу. Породы нижней части разреза интенсивно мигматизированы. При этом в лейкосоме мигматитов полевой шпат представлен исключительно плагиоклазом. В средней и верхней частях комплекса гранитный материал (с калинатровым полевым шпатом) представлен жилами аплитов и пегматитов, а также небольшими телами

гнейсовидных гранитов. Почти полное отсутствие в составе александровского комплекса мигматитов с калинатровым полевым шпатом свидетельствует о том, что наблюдаемый на дневной поверхности разрез представляет собой глубинный срез гнейсо-мигматитового комплекса. Среди ин-

трудивших пород кроме отмеченных выше гранитоидов встречаются амфиболизированные меланократовые габбро, имеющие местное название — израндиты (р. Изранда), метагаббро и метадиабазы.

Как и в других нижнедокембрийских метаморфических комплексах Урала, в александровском комплексе ранние структуры ориентированы дискордантно по отношению к структурам уралид, но ввиду того что рассматриваемый комплекс представляется собой очень узкий (1–2.5 км) тектонический клин, они выявляются с большим трудом. Ранее [9] было установлено, что обычно замеряемая в поле кристаллизационная сланцеватость субмеридиональной и северо-северо-восточной («уральской») ориентировки развивается параллельно осевым поверхностям складок, образованных метаморфической полосчатостью, которую с определенной долей условности можно соотнести с первичной неоднородностью пород, в том числе со слоистостью (рис. 3). «Неуральская» ориентировка ранних структур рассматриваемого комплекса выявляется также по резкой смене разреза метаморфических толщ при движении с северо-востока на юго-запад вдоль ориентировки Александровского клиновидного блока. Древний структурный план комплекса подтверждается также геофизическими материалами — полосообразным изменением интенсивности магнитного поля с субширотной ориентировкой полос. Замеры элементов реликтовой полосчатости и прослеживание границ между толщами различного литологического состава дают основание для вывода, что ориентировки ранних структур в александровском и тараташском комплексах не совпадают. В александровском комплексе простижение реликтовых структур северо-западное (300 – 330°), что близко к ориентировке структур в нижнедокембрийских комплексах северной части Урала [10].

Современный облик александровского комплекса, как и других гнейсо-мигматитовых комплексов Урала, определяется преимущественным распространением пород амфиболовой фации. Типичные минеральные парагенезисы, которые бы указывали на проявление гранулитовой фации метаморфизма пород, в александровском комплексе пока не выявлены. Тем не менее есть ряд косвенных признаков, указывающих на

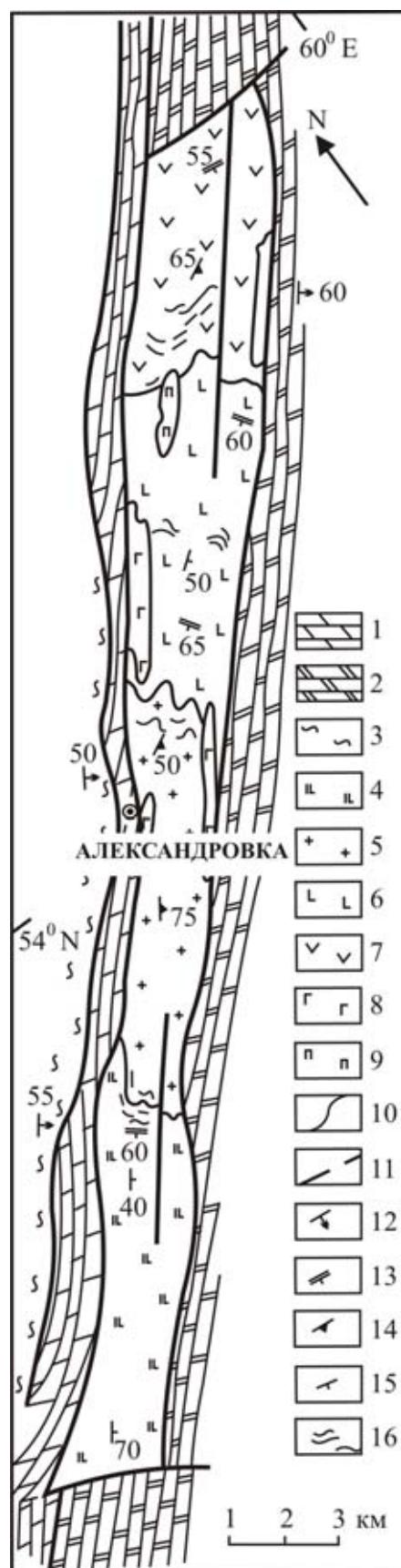


Рис. 2. Геологическая карта александровского гнейсо-мигматитового комплекса (по [9]): 1–2 — саткинская свита (R_1): 1 — мраморизованные доломиты, 2 — мраморы доломитовые; 3 — айская свита (R_1): филлиты, сланцы филлитовидные, песчаники и гравелиты полимиктовые и аркозовые; 4–9 — александровский комплекс (PR_1): 4 — амфиболиты и амфиболовые плагиогнейсы с прослоями биотитовых сланцев, 5 — гранито-гнейсы, 6 — амфиболиты, 7 — плагиогнейсы и плагиомигматиты, жедрититы, амфиболиты, кварциты, 8 — апогаббровые амфиболиты, 9 — израндиты и метаизрандиты; 10 — геологические границы; 11 — тектонические границы; 12–15 — элементы залегания: 12 — слоистости, 13 — полосчатости, 14 — гнейсовидности, 15 — сланцеватости; 16 — реликтовая полосчатость



3

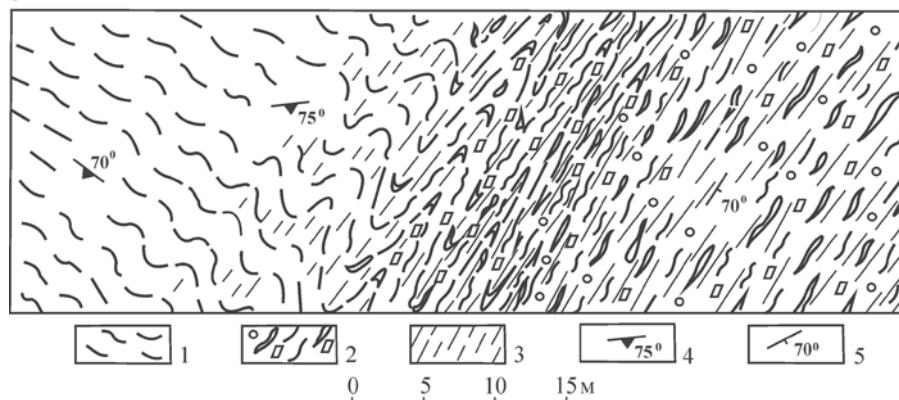


Рис. 3. Замещение полосчатых биотитовых плагиогнейсов гранат-кианит-биотитовыми плагиомигматитами в александровском комплексе (12 км к северу от дер. Александровка): 1 — биотитовые плагиогнейсы, 2 — гранат-кианит-биотитовые плагиомигматиты; 3—5 — элементы залегания: 3 — гнейсвидности, 4 — полосчатости, 5 — сланцеватости

апогранулитовую природу метаморфитов. Во-первых, это отчетливая вещественная и возрастная корреляция комплекса с гранулитодержащими гнейсо-мigmatитовыми комплексами, в частности с селянкинским комплексом Южного Урала. Во-вторых, это состав некоторых поронообразующих минералов, указывающий на ультравысокотемпературные условия их кристаллизации. В частности, в плагиомигматитах встречены гранаты с содержанием пиропового компонента до 30 %, роговые обманки, имеющие состав паргасита и паргасит-гастингсита, биотиты с содержанием TiO_2 до 3.0 вес. %. В-третьих, это широкое проявление процессов плагиогранитизации, обычно комплементарных с гранулитовым метаморфизмом. Наконец, в-четвертых, это постоянное присутствие в породах небольшого количества хорошо сохранившихся или в различной степени регенерированных округлых кристаллов циркона (рис. 4). Подобные образования характерны для ультравысокотемпературных метаморфических пород [19, 21, 23] и известны как цирконы типа «футбольного мяча». На Урале они впервые были описаны А. А. Краснобаевым [2] в гранулитах таташского комплекса и выделены им в «гранулитовый» тип.

В изученных породах, так же как и в породах других гнейсо-мigmatитовых комплексов Урала, округлый метаморфический циркон встречается в разных модификациях. Его содержание в цирконовой мономинеральной фракции составляет 75–85 %. При этом кристаллы циркона могут быть лишь слегка округлыми, сохраняя дипирамидально-призматический габи-

тус, обусловленный развитием граней {100}, {110} и дипирамональной дипирамидой {311} или дипирамидой {331} (рис. 4.1). В других случаях циркон приобретает полностью окружную, часто изометричную (шаровидную) форму (рис. 4.2–4.7). Зерна циркона имеют многочисленные мелкие грани, хорошо видимые при увеличении в 200–300 раз, в отдельных случаях они заметны и под бинокуляром. Поверхность граней гладкая, блестящая. Внутреннее строение таких цирконов сравнительно однородное, но встречаются кристаллы с ядрами более древнего циркона (рис. 4.7). Кроме окружных кристаллов в породах присутствуют и другие морфологические разновидности цирконов, образование которых связано с разными этапами длительной и многостадийной истории полиметаморфизма [12, 13].

Максимальный установленный возраст догранулитовых эндогенных событий в александровском комплексе — 2696 ± 13 млн лет. Он получен U-Pb SHRIMP-II-методом по единичному зерну циркона из израндинтов [4]. Авторы указанной публика-

ции оценивают эту датировку как возраст образования протолита.

Pb-Pb и U-Pb SIMS-датировки единичных зерен цирконов «гранулитового» типа из гранат-силикманит-биотитовых плагиогнейсов александровского комплекса указывают на их кристаллизацию в возрастном интервале 2080–1997 млн лет назад [13]. При U-Pb-датировании этих цирконов с помощью SHRIMP-II получены сопоставимые данные: 2095–2048 млн лет (табл. 1). Практически анализы всех кристаллов, за исключением двух, образуют дискордию с верхним пересечением 2081 ± 14 млн лет (рис. 5). По-видимому, эта цифра наиболее точно отражает время проявления метаморфизма гранулитовой фации. Близкий отмеченному выше возраст цирконов получен для селянкинского гнейсо-мigmatитового комплекса, расположенного к востоку от александровского. U-Pb SHRIMP-II возраст ранних генераций метаморфогенных цирконов в амфиболитах этого комплекса равен 2099 ± 30 млн лет [5]. Учитывая особенности морфологии датированных цирконов, катодолюминесцентные изображения которых приведены в упомянутой статье, полученную цифру можно интерпретировать как время проявления гранулитового метаморфизма, а вмещающие окружные кристаллы цирконов амфиболиты рассматривать как апогранулитовые образования. Тем более что в селянкинском комплексе установлены реликтовые парагенезисы гранулитовой фации [7]. Отметим, что и в других гнейсо-мigmatитовых комплексах Урала известны цирконы «гранулитового» типа с изотопным возрастом кристаллизации около 2.1 млрд лет [13]. Реальность проявления двух этапов гранулитового метаморфизма в породах дорифейского разреза западного склона Южного Урала (на рубежах около 2.8 млрд лет назад в тара-

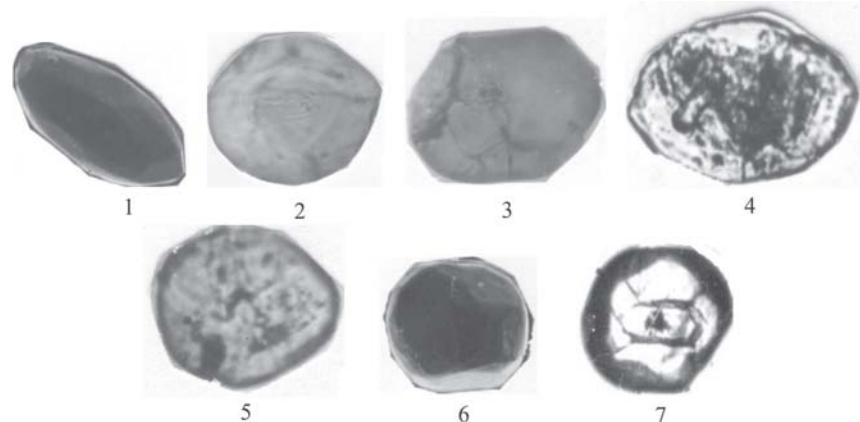


Рис. 4. Морфология и внутреннее строение цирконов «гранулитового» типа



Таблица 1

**U–Pb SHRIMP-II-изотопные данные для цирконов «гранулитового» типа
из плагиогнейсов александровского комплекса (образец А-8)**

№	Проба-кратер	$^{206}\text{Pb}_c$ %	U ppm	Th ppm	$^{206}\text{Pb}^*$ / ^{206}Pb ppm	$^{207}\text{Pb}^*/^{206}\text{Pb}$ млн лет	$\pm 1\sigma$	(1) $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$	$\pm 1\sigma$ %	(1) $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$	$\pm 1\sigma$ %	Rho	D %
1	A8-8.1	0.02	609	136	193	2048	6	6.420	0.52	0.3684	0.41	0.788	1.29
2	A8-2.1	0.06	143	32	46.5	2044	11	6.549	0.96	0.3767	0.70	0.729	-0.82
3	A8-5.1	0.00	485	116	155	2080	6	6.597	0.79	0.3719	0.71	0.899	1.99
4	A8-1.1	0.10	223	77	72.6	2072	9	6.671	0.79	0.3777	0.59	0.747	0.31
5	A8-7.1	0.09	156	41	50.5	2085	13	6.715	0.95	0.3773	0.61	0.642	1.05
6	A8-4.1	0.01	167	66	54.3	2083	10	6.727	0.83	0.3784	0.59	0.711	0.70
7	A8-9.1	0.01	187	70	61.1	2080	10	6.755	0.79	0.3808	0.57	0.722	-0.02
8	A8-6.1	0.23	60	20	20.0	2092	22	6.900	1.50	0.3863	0.90	0.600	-0.66
9	A8-3.1	0.00	255	82	86.0	2095	8	7.020	0.70	0.3923	0.52	0.743	-1.84

Примечания: Образец отобран в 1.5 км к востоку от дер. Юрма. Pb_c и Pb^* — нерадиогенный и радиогенный свинец соответственно. (1) — скорректировано по ^{204}Pb . Rho — коэффициент корреляции между отношениями $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ — $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$. D — дискорданность. Аналитик А. Н. Ларионов.

Таблица 2

U–Pb ID-TIMS-данные для цирконов из милонитов александровского комплекса [22]

Образец	Pb^a ng	U^b ng	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}^c$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}^d$	$\pm 2\sigma$	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}^d$	$\pm 2\sigma$	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}^d$	$\pm 2\sigma$	Rho	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ млн лет	$^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ млн лет	$^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ млн лет	D %
R85-3	1.8	6.62	4147.8 ± 0.4	0.10785	0.00018	3.781	0.020	0.2542	0.0013	0.97	1764	1589	1460	17.2
R85-4	3.82	[10.61]	3814.7 ± 0.3	0.11307	0.00017	5.210	0.044	0.3342	0.0028	0.99	1849	1854	1859	-0.5

Примечания: ^{a,b} — количество ^{207}Pb , ^{206}Pb , ^{204}Pb и U, ^c — скорректировано на трассер и фракционирование, ^d — атомные отношения, скорректированные на холостой опыт, трассер и фракционирование и нерадиогенный свинец.

ташском комплексе и 2.1 млрд лет назад в александровском комплексе) подтверждается также тем, что по полосчатым метапелитам карьера Радостный (тараташский комплекс) получены модельные датировки 2562–2159 млн лет, указывающие на палеопротерозойский возраст протолита [15]. Метаморфизм гранулитовой фации в этих породах, очевидно, не мог проявиться раньше 2.6 млрд лет назад. Логично предположить, что эти породы испытали метаморфизм гранулитовой фации около 2.1 млрд лет назад, как и породы александровского комплекса.

Нижний возрастной предел метаморфизма амфиболитовой фации в породах александровского комплекса определяется U–Pb SHRIMP-II-дати-

ровка цирконов из амфиболизированного израндита — 2022 ± 15 млн лет [4]. Наиболее молодые возрасты, с которыми связываются процессы средневысокотемпературного диафтореза и гранитизации, имеют значения около 1850 млн лет (табл. 2, рис. 6). Сопоставимые данные получены по времени проявления метаморфизма амфиболитовой фации и гранитизации пород селянкинского комплекса; Pb–Pb и U–Pb SIMS-определения единичных зерен цирконов находятся в интервале 1943–1818 млн лет [13].

Время проявления более низкотемпературных событий в породах александровского комплекса отчетливо фиксируется в Rb–Sr и ^{40}Ar – ^{39}Ar изотопных системах. Rb–Sr-данные

для валового состава метаосадка и двух разноразмерных фракций белых слюд образца 83 (табл. 3) удовлетворяют линии регрессии, наклон которой в обозначенных координатах (рис. 7) соответствует возрасту 300.7 ± 0.8 млн лет, что в пределах погрешностей соответствует ^{40}Ar – ^{39}Ar интегральным данным для белых слюд, выделенных из метаосадков (табл. 4, рис. 8).

В строении дорифейских полиметаморфических комплексов западного склона Южного Урала участвуют архейские (вплоть до 3.5 млрд лет) и нижнепротерозойские породы. Нижняя возрастная граница раннего этапа метаморфизма гранулитовой фации архейских образований тара-

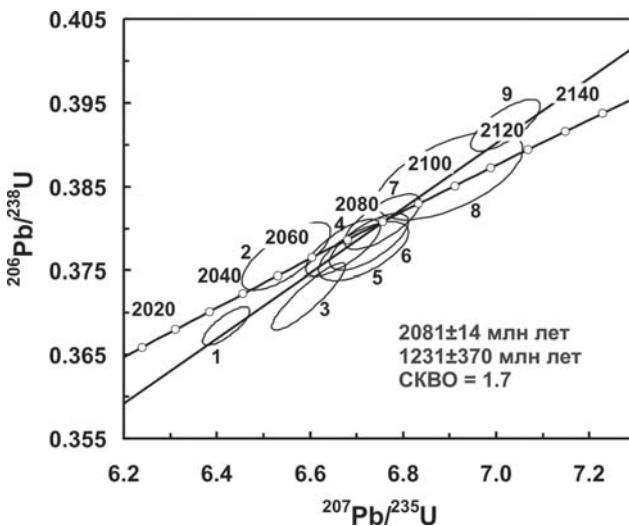


Рис. 5. Диаграмма с конкордией для цирконов «гранулитового» типа из плагиогнейсов александровского комплекса (образец А-8)

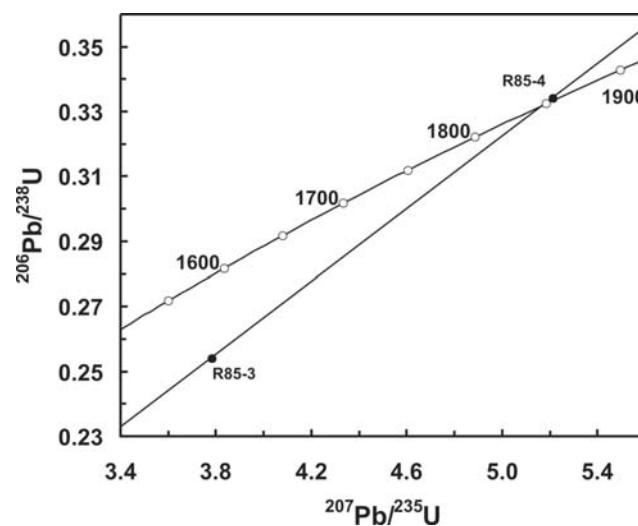


Рис. 6. Диаграмма с конкордией для цирконов «гранулитового» типа из милонита александровского комплекса (образец 85, табл. 2). U–Pb-возраст 1847 ± 4 млн лет



Таблица 3

Rb–Sr-данные для милонитов александровского комплекса [22]

Образец	Описание	Rb	Sr	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2\sigma$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	$\pm 2\sigma$
83Wr	Wr	35.0	236	0.4358	0.0014	0.74331	0.00002
83Hg1	Wm, 250–500 μm	369	41.0	26.42	0.37	0.85480	0.00008
83Hg2	Wm, 80–125 μm	338	32.0	31.419	0.083	0.87589	0.00002

Примечание: Wr — порода в целом, Wm — белая слюда.

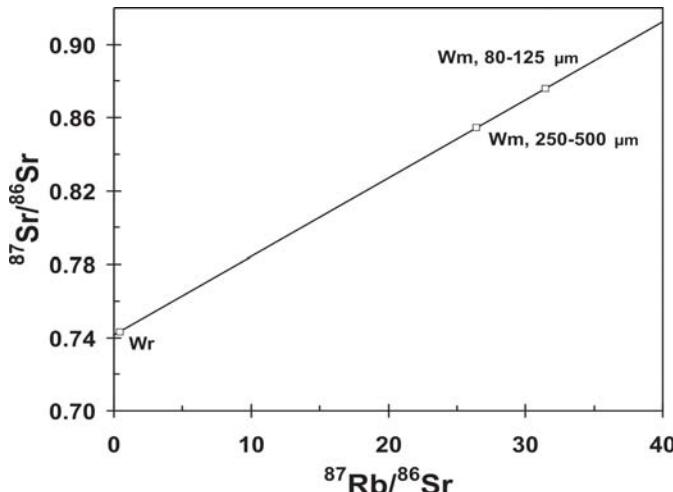


Рис. 7. Rb–Sr-эволюционная диаграмма для валового состава (Wr) милонитизированного метаосадка и двух разноразмерных фракций белых слюд (Wm) александровского комплекса (табл. 3). Rb–Sr-взраст 300.7 ± 0.8 млн лет, СКВО = 0.14

ташского комплекса — 2.79 млрд лет. Гнейсо-мигматитовые комплексы сформировались в палеопротерозое при последовательном проявлении гранулитового метаморфизма, сменившегося метаморфизмом амфибо-

литовой фации умеренных давлений с сопутствующей гранитизацией. Нижний возрастной рубеж гранулитового метаморфизма, датированный по цирконам в породах александровского комплекса, — 2081 млн лет на-

зад. Время проявления метаморфизма амфиболитовой фации в породах этого комплекса определяется интервалом 2022—1850 млн лет назад. Зеленосланцевый диафторез в породах александровского комплекса, происходивший, как установлено Rb–Sr и $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ -методами по белым слюдам, около 300 млн лет назад, по времени совпадает с основным этапом сжатия земной коры на Среднем Урале [8, 18] и, по-видимому, связан с экспансией полиметаморфических образований.

Эволюция высокотемпературных метаморфических процессов в полиметаморфических комплексах западного склона Южного Урала в целом соотносится с эволюцией метаморфизма пород раннедокембрийских комплексов прилегающей к западу Восточно-Европейской платформенной области. На Фенноскандинавском щите (Фенноскандия) также выделены аккреционно-коллизионные комплексы, сформировавшиеся в период 2.88—2.58 млрд лет назад [16]. По-видимому, и в других литосферных сегментах, входящих в состав Восточно-Европейского кратона, в частности Волго-Ураллии, фрагментами которой являются рассматриваемые нами объекты, в это время происходили подобные процессы. Палеопротерозойский гранулито-

Таблица 4

 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ -данные для мусковитов (Wm), выделенных из различных пород александровского комплекса [22]

Ступень нагрева	T(°C)	$^{40}\text{Ar}_{\text{tot}}$	^{39}Ar	$\pm 1\sigma$	^{38}Ar	^{37}Ar	C/K	^{36}Ar	Возраст млн лет	$\pm 1\sigma$
83A, Wm, 80–125 μm , 1.63 mg, возраст 304 ± 7 млн лет, ступени 2–8, C/K < 0.0005										
1	652	16420.6748 ± 0.0060	355.4362	0.0006	7.2298 ± 0.0003	0.00 ± 0.00	0.0012 ± 0.0001	6.4087 ± 0.0002	298.3	0.6
2	694	13299.3865 ± 0.0033	302.1049	0.0006	4.1555 ± 0.0002	0.26 ± 0.16	0.0002 ± 0.0001	1.7368 ± 0.0001	308.1	0.5
3	741	21340.4908 ± 0.0026	495.2589	0.0007	6.7535 ± 0.0002	0.00 ± 0.00	0.0003 ± 0.0001	1.9105 ± 0.0002	305.6	0.5
4	772	13959.5092 ± 0.0044	321.2018	0.0005	4.2139 ± 0.0002	0.00 ± 0.00	0.0000 ± 0.0001	2.0212 ± 0.0002	303.2	0.7
5	805	111412.7607 ± 0.0018	258.9748	0.0004	3.9347 ± 0.0001	1.43 ± 0.23	0.0004 ± 0.0001	2.4343 ± 0.0002	301.2	0.9
6	850	11367.9141 ± 0.0029	253.7429	0.0005	3.8542 ± 0.0002	0.00 ± 0.00	0.0004 ± 0.0001	2.5682 ± 0.0002	304.6	0.8
7	929	17973.1902 ± 0.0018	411.9294	0.0007	5.5923 ± 0.0003	0.00 ± 0.00	0.0001 ± 0.0001	3.5051 ± 0.0002	300.0	0.7
8	1079	13152.0859 ± 0.0041	281.9828	0.0005	4.6351 ± 0.0002	0.00 ± 0.00	0.0004 ± 0.0001	4.1512 ± 0.0002	307.9	0.8
9	1389	6028.7669 ± 0.0016	83.9644	0.0002	2.9244 ± 0.0003	0.55 ± 0.13	0.0010 ± 0.0004	8.3825 ± 0.0002	307.9	2.4
83B, Wm, 250–500 μm , 1.80 mg, возраст 306 ± 5 млн лет, ступени 3–6, 8, C/K < 0.0005										
1	661	5417.9611 ± 0.0019	115.9106	0.0003	2.3137 ± 0.0001	0.20 ± 0.15	0.0012 ± 0.0001	1.9323 ± 0.0002	304.7	1.8
2	740	5336.5944 ± 0.0020	119.4200	0.0003	1.5506 ± 0.0003	0.00 ± 0.00	0.0000 ± 0.0000	1.5482 ± 0.0002	298.2	1.9
3	740	28090.8889 ± 0.0037	662.4222	0.0011	9.3012 ± 0.0003	0.08 ± 0.16	0.0004 ± 0.0001	1.1682 ± 0.0002	305.2	0.4
4	772	26724.9444 ± 0.0031	628.7889	0.0011	8.8501 ± 0.0003	0.52 ± 0.13	0.0005 ± 0.0001	0.9551 ± 0.0002	306.3	0.4
5	807	11906.0556 ± 0.0038	274.7339	0.0005	3.7193 ± 0.0002	0.00 ± 0.00	0.0003 ± 0.0001	0.9715 ± 0.0002	307.9	0.8
6	852	9248.4444 ± 0.0030	209.8156	0.0004	2.8531 ± 0.0002	0.69 ± 0.17	0.0001 ± 0.0001	1.7681 ± 0.0002	303.2	1.0
7	930	12143.5556 ± 0.0050	277.2039	0.0005	4.6875 ± 0.0001	0.00 ± 0.00	0.0009 ± 0.0001	1.9019 ± 0.0002	304.4	0.8
8	1082	13488.0556 ± 0.0031	299.2428	0.0005	4.6242 ± 0.0002	0.42 ± 0.15	0.0005 ± 0.0001	2.5775 ± 0.0002	309.5	0.6
9	1.391	6225.5556 ± 0.0017	105.9539	0.0002	2.8971 ± 0.0002	0.00 ± 0.00	0.0011 ± 0.0002	6.2105 ± 0.0002	302.1	1.5
86, Wm, 125–250 μm , 1.59 mg, возраст 299 ± 4 млн лет, ступени 1–2, 4–6, ^{36}Ar – ^{40}Ar – ^{39}Ar изохона, СКВО = 0.24, $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}_{\text{0}} = 256 \pm 23$										
1	661	33097.9874 ± 0.0034	770.4969	0.0011	13.1249 ± 0.0002	0.29 ± 0.17	0.0009 ± 0.0001	5.2688 ± 0.0002	298.8	0.4
2	698	10702.6415 ± 0.0019	251.4195	0.0004	3.4965 ± 0.0002	0.90 ± 0.16	0.0003 ± 0.0001	1.0005 ± 0.0002	301.9	0.8
3	741	14076.0377 ± 0.0043	332.5069	0.0005	5.6344 ± 0.0002	1.78 ± 0.20	0.0009 ± 0.0001	1.9034 ± 0.0002	296.8	0.7
4	773	12370.0629 ± 0.0050	288.8767	0.0005	4.3559 ± 0.0002	0.48 ± 0.11	0.0005 ± 0.0001	1.7804 ± 0.0002	299.2	1.0
5	806	10477.2956 ± 0.0010	243.6509	0.0004	3.8392 ± 0.0003	2.26 ± 0.17	0.0006 ± 0.0002	1.7006 ± 0.0002	298.8	0.9
6	851	9761.5723 ± 0.0013	224.2824	0.0004	3.7285 ± 0.0002	0.00 ± 0.00	0.0007 ± 0.0002	2.2953 ± 0.0002	295.8	0.9
7	933	12449.3711 ± 0.0055	283.4786	0.0005	5.1140 ± 0.0003	1.00 ± 0.14	0.0009 ± 0.0001	3.4029 ± 0.0001	295.0	0.6
8	1083	9609.5597 ± 0.0035	202.3673	0.0004	4.0674 ± 0.0003	0.00 ± 0.00	0.0010 ± 0.0002	4.1624 ± 0.0001	301.9	0.7
9	1387	4932.8994 ± 0.0016	56.9182	0.0003	3.2080 ± 0.0002	1.25 ± 0.11	0.0036 ± 0.0004	8.7536 ± 0.0001	300.7	2.6

Примечания: Все концентрации Ar даны в пиколитрах на грамм (pL/g); Cl/K отношения рассчитаны исходя из содержаний ^{40}Ar и ^{39}Ar , изотопных отношений и времени облучения. J фактор, характеризующий величину нейтронного потока 0.0044.

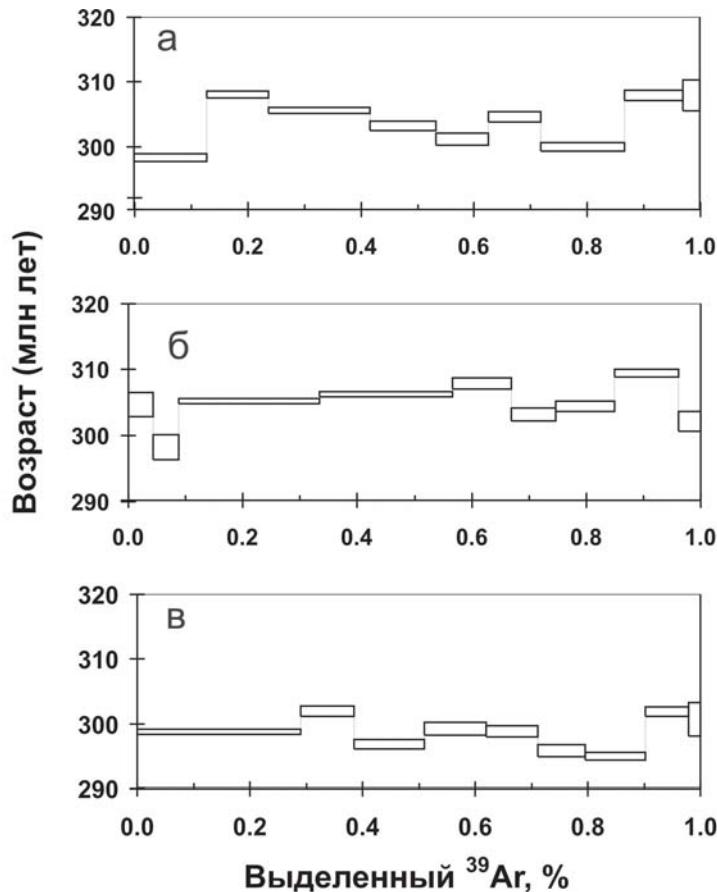


Рис. 8. ^{40}Ar — ^{39}Ar -спектры белых слюд из метаосадков александровского комплекса (образцы: а — 83А, б — 83Б, в — 86, табл. 4)

вый метаморфизм по времени коррелируется [17] со слиянием Волго-Урала с Сарматией (около 2.1 млрд лет), а более поздние процессы метаморфизма амфиболитовой фации и сопряженной с ней гранитизации — с объединением этих двух мегаблоков с Феноскандинией (1.8–1.7 млрд лет).

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований РАН №12-И-5-2022.

Литература

1. Ананьев Е. М. Характер и особенности физических полей Урала // Методические рекомендации по интерпретации геофизических данных при крупномасштабном геологическом картировании. Свердловск, 1983. С. 11–12.
2. Красноваев А. А. Циркон как индикатор геологических процессов. М.: Наука, 1986. 152 с.
3. Красноваев А. А., Козлов В. И., Пучков В. Н. и др. Цирконология железистых кварцитов Тараташского комплекса на Южном Урале // ДАН, 2011. Т. 437. № 6. С. 803–807.
4. Красноваев А. А., Пучков В. Н., Бушарина С. В. и др. Цирконология израндитов (Южный Урал) // ДАН, 2011. Т. 439. № 3. С. 394–398.
5. Красноваев А. А., Вализэр П. М., Руцин А. И. и др. Цирконология амфибо-

- литов селянкинской толщи Ильменских гор (Южный Урал) // ДАН, 2011. Т. 441. № 5. С. 661–665.
6. Ленных В. И., Панков Ю. Д., Петров В. И. Петрология и метаморфизм мигматитового комплекса // Петрология и железорудные месторождения мигматитового комплекса. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1978. С. 3–45.
7. Ленных В. И., Вализэр П. М., Рассказова А. Д. Некоторые вопросы тектоники докембрия Урала в свете данных по метаморфизму // Геология и палеонтология Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. С. 71–74.
8. Пучков В. Н. Структурные соотношения докембра и палеозоя на периферии Башкирского антиклиниория // Докл. РАН. Сер. геол., 1997. Т. 352. № 5. С. 667–671.
9. Пыстин А. М. Александровский гнейсово-амфиболитовый комплекс // Вулканизм, метаморфизм и железистые кварциты обрамления тараташского комплекса. Свердловск, 1978. С. 3–33.
10. Пыстин А. М. Полиметаморфические комплексы западного склона Урала. СПб.: Наука, 1994. 208 с.
11. Пыстин А. М., Пыстиной Ю. И., Конанова Н. В., Потапов И. Л. Типизация нижнего докембра Тимано-Североуральского региона. Сыктывкар: Геопринт, 2009. 36 с.
12. Пыстин Ю. И.

- Минералогическая стратиграфия метаморфических образований Приполярного Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 1997. 124 с.
13. Пыстин Ю. И., Пыстин А. М. Цирконовая летопись Уральского докембра. Екатеринбург: УрО РАН, 2002. 168 с.
14. Ронкин Ю. Л., Синдерн С., Маслов А. В. и др. Древнейшие (3.5 млрд лет) цирконы Урала: U-Pb (SHRIMP-II) и T_{DM} ограничения // ДАН, 2007. Т. 415. № 5. С. 651–657.
15. Ронкин Ю. Л., Синдерн С., Лепихина О. П. Изотопная геология древнейших образований Южного Урала // Литосфера, 2012. № 5. С. 50–76.
16. Слабунов А. И. Геология и геодинамика архейских подвижных поясов (на примере Беломорской провинции Феноскандинавского щита). Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2008. 296 с.
17. Bogdanova S. V., Gorbatschev R. and Garetsky R. G. The East European Craton. In: Selley, R.C., Cocks, L.R. and Plimer, I.R. (Eds) Encyclopedia of Geology. Amsterdam; London: Elsevier Academic, 2005. 5. P. 34–49.
18. Echtler H. P., Stiller M., Steinhoff F. et al. Preserved collisional crustal structure of the Southern Urals revealed by vibroseisms profiling // Science, 1996. V. 274. P. 224–226.
19. Hoskin P. W. O., Schaltegger U. The composition of zircon and igneous and metamorphic petrogenesis // Reviews in mineralogy and geochemistry, 2003. V. 53, P. 27–61.
20. Kashubin S., Juhlin C., Friberg M. et al. Crustal structure of the Middle Urals based on seismic reflection data // European Lithosphere Dynamics / D.G. Gee, R.A. Stephenson (eds.). Geological Soc., London, Memoirs. 2006. V. 32. P. 427–442.
21. Schaltegger U., Fanning C.M., Gunther D., Maurin J.C., Schulmann K., Gebauer D. Growth, annealing and recrystallization of zircon and preservation of monazite in high-grade metamorphism: conventional and in-situ U-Pb isotope, cathodoluminescence and microchemical evidence // Contrib. Miner. Petrol., 1999. 134. P. 186–201.
22. Sindern S., Hetzel R., Schulte B. A. et al. Proterozoic magmatic and tectono-metamorphic evolution of the Tarataш complex, Central Urals, Russia // International Journal of Earth Sciences, 2005. V. 94. P. 319–335.
23. Vavra G., Gebauer D., Schmid R., Compston W. Multiple zircon growth and recrystallization during polyphase Late Carboniferous to Triassic metamorphism in granulites of the Ivrea Zone (Southern Alps): an ion microprobe (SHRIMP) study // Contrib. Miner. Petrol., 1996. 122. P. 337–358.

Рецензент д. г.-м. н. К. С. Иванов



УДК 551.733.13/. 31: 551.8:574(470.1)

ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ТИМАНО-СЕВЕРОУРАЛЬСКИХ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ В ПОЗДНЕМ ОРДОВИКЕ–РАННЕМ СИЛУРЕ

Т. М. Безносова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
beznosova@geo.komisc.ru

Приводятся результаты исследования характера развития и распространения морских экосистем на основе анализа динамики таксономического разнообразия основных представителей биоты и последовательной смены их в позднем ордовике и раннем силуре. Показано, что развитие экосистем было обусловлено как трансгрессивно-регressiveй цикличностью, так и эволюционными процессами. Выявлены основные факторы, влиявшие на расселение и миграцию морских беспозвоночных, и факторы, вызвавшие их вымирание.

Ключевые слова: биота, бентосная фауна, сообщества брахиопод, экологово-фацальные обстановки.

CHANGES IN THE LATE ORDOVICIAN–EARLY SILURIAN MARINE ECOSYSTEM IN TIMAN NORTH URALS

T. M. Beznosova

Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch of RAS, Syktyvkar, Russia

Studies based on variations in diversity and changes in composition of Late Ordovician – Early Silurian marine ecosystems revealed two main factors affecting distribution, migration and extinction of marine invertebrates: (1) peculiarities of evolutionary processes of different groups of faunas and (2) transgressive – regressive cyclicity characteristic of basin development.

Keywords: *biota, benthic fauna, assemblage of brachiopods, ecological and facies conditions*.

Развитие и распространение морских экосистем в Тимано-Североуральском морском бассейне были обусловлены множеством факторов, среди которых важнейшими являлись обширные выровненные мелководные области седimentации с низкой энергией вод, формирование органогенных построек, процессы миграции и различные темпы эволюции отдельных филетических групп. Анализ закономерности распространения и приуроченности к определенным зонам палеобассейна не только отдельных таксонов, но и биосообществ в позднем ордовике–раннем силуре показал их избирательность по отношению к ландшафту, глубинам, степени подвижности воды и то, что латеральное распространение бентосной фауны контролировалось фациальной зональностью. Фациальные зоны располагались почти параллельно берегу, поэтому смена сообществ табулят, ругоз, строматопоридей, брахиопод, остракод, гастрапод, пелеципод, трилобитов и других организмов была обусловлена прежде всего трансгрессиями и регрессиями.

В истории позднеордовикско-раннесилурского осадконакопления по наиболее существенным изменениям процессов седimentации в пределах

рассматриваемого морского бассейна выделяются три фазы повышания относительного уровня моря. Выявленные в стратиграфической летописи общие для региона биогеологические события, кратковременные и циклические, которые фиксируются исчезновением ряда таксонов или даже вымиранием, связаны с изменением условий седimentации и имеют большое значение для временной корреляции.

В позднем ордовике, в самом начале кырынского времени, постепенно развивающаяся трансгрессия способствовала формированию мелководного шельфового бассейна на обширной территории – от современного западного склона Урала до Северного Тимана. В начале этой трансгрессии улучшение циркуляции и благоприятные климатические условия способствовали бурному развитию органического мира, таксономический состав которого полностью обновился. Первыми освоили пространства ровного дна верхней и нижней сублиторали ранее неизвестные в регионе брахиоподы отряда Pentamerida – *Proconchidium tuersteri* (St. Joseph) и *Holorhynchus giganteus* Kiaer, формировавшие моно-таксонные сообщества. Плотность их популяций в это время достигала осо-

бенно высоких значений. На отдельных участках дна доминировали губки *Carinospongia maslovi* Shujiski. Эти монотипные поселения сохранились в автоктонном захоронении на западном склоне Приполярного Урала.

На фоне развивающейся трансгрессии и расширения шельфовых пространств происходила экспансия гелиолитоидей *Heliolites aff. oboites* Bond. et Minzhin, табулят Palaeofavosites, Mesofavosites, Catenipora, Eocatenipora, ругоз Palaeophyllum, Brachielasma, конодонтов *Belodina stonei* (Sweet), строматопоридей, немногочисленных гастрапод, мишанок, наутилоидей и других организмов. В палеосообществах доминировали сообщества брахиопод и коралловой фауны, характеризующиеся высокой численностью особей, низким таксономическим разнообразием и широким географическим распространением. В среднекырынское время в восточной части морского бассейна на краю шельфа формировался крупный рифовый массив, названный Б. Я. Дембовским рифом Бадья [6]. Каркасобразующие организмы, изученные В. П. Шуйским, представлены проблематичными трубчатыми и гродзьевидно-кустистыми водорослевыми организмами (*Kozhimella*

Условные обозначения



Преобразования морских экосистем в лландовери и венлоке и морфологические адаптации раковин брахиопод (западный склон Приполярного Урала, гряда Чернышева). Б к — бентосные комплексы (по А. Буко, 1979)

dembovskii Shujski) и сине-зелеными водорослями. Биоту рифового комплекса также составляли немногочисленные мшанки, кораллы и брахиоподы *H. giganteus* Kiaer, которые селились на склоне рифа и батиметрически относились к 3-му бентосному комплексу (б. к.) А. Буко [5]. Таким образом, в позднем ордовике сформировались две экосистемы — ровного дна и рифовая.

Похолодание и обмеление бассейна в конце ордовика обусловило сокращение биоразнообразия, затронувшее практически всю фауну. Бентосные животные были вытеснены водорослевыми микробиальными сообществами. Крупнейший в фанер-

зое биосферный кризис на рубеже ордовика и силура и связанное с ним глобальное преобразование биоты в конце ордовика сопровождались миграцией, сокращением разнообразия, продуктивности и вымиранием отдельных групп фауны, а также формированием травертиновых построек, впервые установленных в разрезе верхнего ордовика на западном склоне Приполярного Урала Т. В. Майдль [7]. Палеонтологически обоснованный рубеж между ордовиком и силуром, подтвержденный литологическими и геохимическими данными, в настоящее время установлен в единственном непрерывном разрезе верхнего ордо-

вика и нижнего силура на западном склоне Приполярного Урала [3].

склоне Приполярного Урала [3]. Новая, уже силурийская, трансгрессия сопровождалась быстрым наступлением моря, постепенным восстановлением разнообразия и продуктивности биоты, отличавшейся новым таксономическим составом, в основном космополитичным. В восточной части бассейна в это время формировались фауны открытого мелководного шельфа, а на западе — сублиторальные. Устойчивый режим эколого-фациальных обстановок в конце раннего лландовери благоприятствовал широкому распространению разнообразного bentоса — стро-



матопороидей, табулят, толстостенных брахиопод — пентамерид *Virgiana* и *Pentamerus*, обитавших на твердых грунтах в подвижных водах (б. к. 3). Тиховодные углубленные участки бассейна с илистым уплотненным грунтом заселяли ругозы, мелкие тонкостенные брахиоподы *Zygospiraella*, *Coolinia*, *Rafinesquina*, *Nalivkinia* (б. к. 2), а также криноиди и илоеды.

Постепенное падение относительного уровня моря в конце лолашорского времени обусловило «обмеление» всех фациальных зон и резкое сокращение биоразнообразия. Средний лландовери (филиппельское время) ознаменовался началом рифообразования в силуре. Рифогенные филиппельские толщи формировались на западном склоне Полярного, Приполярного и Северного Урала. Биота филиппельских рифовых построек представлена разнообразными сообществами — микробиальными, коралловостроматопоровыми и брахиоподовыми (*Virginella vaigatshensis* Nikif. и *Pseudoconchidium kozhimicum* Nikif. на Приполярном и Северном Урале и сообществом *Harpidium angustum* Poulsen на Полярном Урале). Именно по брахиоподам был уточнен возраст этих рифогенных толщ [1, 2].

Зарифовая часть бассейна представляла собой обширную отмель с накоплением иловых осадков и широким распространением строматопороидей и цианобактериальных сообществ. В наиболее мелководных областях западной части Тимано-Североуральского палеобассейна прекратилось карбонатное осадконакопление, прибрежная зона сместилась на восток. Таким образом, в среднем лландовери (в филиппельское время) появилась отчетливая дифференциация экологических ниш, обусловленная кардинальными изменениями среды обитания и конкуренцией за ресурсное пространство. Позднелландоверийская трансгрессия (в начале маршрутинского времени) способствовала затоплению рифовых построек и улучшению аэрации придонных вод. Непостоянство глубин и гидродинамики создавали условия для образования новых экологических ниш, перестройки биоты и возможность для обновления и расселения фауны, а также смены фаунистических сообществ во времени. Непродолжительная стабилизация экосистемы способствовала расцвету колониального бентоса, появлению трилобитов и широкому расселению мелких брахиопод,

обладавших тонкими уплощенными раковинами, адаптированными к обитанию на мягких иловых грунтах. Последовавшее во второй половине маршрутинского времени обмеление бассейна с формированием литоральных фаций и развитием цианобактериальных сообществ завершилось исчезновением лландоверийских брахиопод, трилобитов и платформенных конодонтов. Биотический кризис на рубеже лландовери и венлока прослеживается в разрезе по фактическому отсутствию кораллов, вымиранию гастропод и других групп фауны (см. рисунок). Это региональное событие может быть сопоставлено с глобальным событием Иревикен (Ireviken Event). В результате регрессии, достигшей максимума к окончанию лландовери, значительные территории были выведены в приповерхностные условия. Переход в осадконакоплении пограничных отложений лландовери и венлока зафиксирован в разрезе западного склона Приполярного Урала по данным изотопного анализа [4]. По палеонтологическим данным рубеж между лландовери и венлоком в разрезах западного склона Приполярного Урала определяется по исчезновению лландоверийских платформенных конодонтов рода *Apsidognathus* и брахиопод *Fardenia flabellata*. Открытоморские условия венлока способствовали существенному обновлению родового и видового состава биоты и экологической специализации фауны, в том числе брахиоподовой (см. рисунок).

Лудловский век характеризуется преимущественно отложениями карбонатно-терригенного осадконакопления в мелководных условиях ровного дна, а также крайне бедным родовым и видовым составом бентосных организмов. Исключение составляют лудловские рифовые и биогермные постройки,形成的авшиеся в восточной части бассейна, на территории современного Предуральского краевого прогиба и западного склона Урала, активно влиявшие на дифференциацию экологических ниш. В настоящее время региональная граница венлока и лудлова не имеет четкого палеонтологически обоснованного рубежа [2].

Основываясь на проведенных исследованиях, можно предполагать, что изменения состояний экосистем и их смена во времени наиболее полно отражают развитие бентосных палеобиоценозов. Особенности развития и характер экосистемных преоб-

разований биоты, происходивших в процессе эволюции экологических отношений между организмами и средой обитания, в значительной мере определялись трансгрессиями и регрессиями, изменениями площади Тимано-Североуральского морского бассейна. Высокая степень космополитности фауны, обитавшей в позднем ордовике и раннем силуре, и практически не прослеживающиеся эволюционные ряды видов свидетельствуют о том, что на изменения биоты оказывали влияние события, не связанные с ее естественным эволюционным развитием. Полученные результаты свидетельствуют о значительной роли экологического фактора, влиявшего на систематический состав всей биоты, обуславливая ее разнообразие, морфологические и морфогенетические перестройки. Установленные рубежи изменения структуры палеоэкосистем являются важными региональными реперами при стратиграфических и корреляционных построениях.

Работа выполнена в рамках программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Происхождение биосфера и эволюция геобиологических систем», проект № 12 П-5-1015.

Литература

- Безносова Т. М. Биостратиграфия и брахиоподы силура Европейского Северо-Востока России. СПб.: Наука, 1994. 128 с.
- Безносова Т. М. Сообщества брахиопод и биостратиграфия верхнего ордовика, силура и нижнего девона северо-восточной окраины палеоконтинента Балтия. Екатеринбург: УрО РАН, 2008. 215 с.
- Безносова Т. М., Майдль Т. В., Мянник П., Мартма Т. Граница ордовика и силура на Западном Урале // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2011. Т. 19. № 4. С. 21—30.
- Безносова Т. М., Мянник П. Граница лландовери и венлока на севере палеоконтинента Балтия // Докл. АН, 2005. Т. 401, № 5. С. 1—4.
- Буко А. Эволюция и темпы вымирания. М.: Мир, 1979. 378 с.
- Дембовский Б. Я., Дембовская З. П., Клюжина М. Л., Наседкина В. А. Ордовик Приполярного Урала: Геология, литология, стратиграфия. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 208 с.
- Майдль Т. В. Древние травертины на границе ордовика и силура: литологическое свидетельство изотопного феномена // Вестник Ин-та геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2006. № 11. С. 6—10.

Рецензент д. г.-м. н. В. С. Цыганко



УДК 549+550.47(470.55)

ТЕХНОГЕННЫЕ БИТУМЫ ИЗ ГОРЕЛЫХ ОТВАЛОВ ЧЕЛЯБИНСКОГО УГОЛЬНОГО БАССЕЙНА

Е. П. Щербакова¹С. Н. Шанина²О. В. Валяева²¹ Институт минералогии УрО РАН, Миасс, sherbakova@mineralogy.ru² Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, shanina@geo.komisc.ru

Кратко охарактеризованы техногенные битумы (асфальтоподобные коры) из горелых отвалов Челябинского угольного бассейна. Приводятся данные об их химическом, минеральном и аминокислотном составе, которые указывают на значительное изменение исходного состава органического вещества, сформировавшего асфальтоподобные коры в высокотемпературных восстановительных условиях.

Ключевые слова: асфальтоподобные коры, органические минералы, аминокислоты, Челябинский угольный бассейн

TECHNOGENIC BITUMENS FROM THE BURNT WASTE HEAPS OF THE CHELYABINSK COAL BASIN

E. P. Sherbakova, S. N. Shanina, O. V. Valyaeva

¹Institute of Mineralogy UB RAS, Miass²Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

Technogenic bitumens or asphaltous crusts from the burnt waste heaps of the Chelyabinsk coal basin are briefly characterized. Data on their chemical, mineral, and amino acid composition are given which point to significant transformation of primary composition of organic matter formed the asphaltous crusts under high-temperature reduced conditions.

Keywords: *asphaltous crusts, organic minerals, amino acids, Chelyabinsk coal basin*

На горелых отвалах старых угольных шахт и в зонах развития природных угольных пожаров нередко встречаются специфические формации, которые в отечественной литературе принято называть асфальтоподобными корами [5]. Эти коры — продукты естественного пиролиза угля — являются носителями уникальной минерализации и содержат множество ароматических и гетероароматических соединений как со статусом действительных минеральных видов (кладноит $C_6H_4(CO)_2NH$, гёлит $C_{14}H_8O_2$, краховилит $C_{13}H_{10}$, раватит $C_{14}H_{10}$), так и не имеющих такого статуса (нафталин $C_{10}H_8$). С ними связаны также находки б- и в-серы, селена, различных сульфидов мышьяка, а также многочисленных минералов аммония — сульфатов, хлоридов, фторидов [2, 5, 8, 12–14].

Не являются исключением горелые отвалы Челябинского угольного бассейна (рис. 1, 2), где асфальтоподобные коры впервые были обнаружены в ходе детальных минералогических исследований, проводившихся в 1983–2003 гг. под руководством д. г.-м. н. Б. В. Чеснокова. В результате этих работ было установлено, что минеральное разнообразие горелых отвалов обязано своим возникновением горению угля, попадающего в отвалы в ходе их отсыпки, а термические трансформации гетерогенного вещества отвалов могут происходить не только в окислительных, но и в резко восстановительных условиях [5, 6].

На горелых отвалах Челябинского угольного бассейна асфальтоподобные коры (техногенные битумы) пользуются чрезвычайно широким распространением и представляют

собой рыхлые сырьевые скопления битуминозных веществ, которые конденсируются на мелких обломках горелых пород как на своеобразных подложках [3, 6]. Коры локализуются в хребтовых и привершинных частях старых, почти остывших терриконов; площадь их составляет 5–10 m^2 ; мощность не превышает первых десятков сантиметров. Поверхность коры имеет вид плоского бугра бурого или черного цвета (рис. 3). Вещество коры на изломе напоминает асфальт и издает резкий характерный запах. Практически всегда в корах присутствует α -серы. Коры с органической минерализацией (кладноит, гёлит) встречаются достаточно редко и пространственно сопряжены с аммонийсодержащими сульфатами — масканьитом $(NH_4)_2SO_4$, ефремовитом $(NH_4)_2Mg_2(SO_4)_3$, буссенгитом



Рис. 1. Общий вид террикона шахты № 50, 2007 г.

$(\text{NH}_4)_2\text{Mg}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ [8]. Значительно чаще коры не обнаруживают видимых признаков органической минерализации и ассоциируются не с сульфатами, а с хлоридами аммония — нашатырем NH_4Cl и копейскитом $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}^{3+}\text{Cl}_5 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Механизмы образования органических минералов в асфальтоподобных корах могут быть сопоставлены с процессами производства их синтетических аналогов из низкотемпературных поликонденсированных смол — продуктов промышленного пиролиза угля, в которых важнейшую роль играет серная кислота. В отсутствие последней коры не минерализуются.

Асфальтоподобная кора без видимых признаков органической минерализации содержит, мас. %: C — 22.23–24.55, H — 2.24–2.37, N — 1.40–1.62, S — до 10. Характерно высокое

содержание золы — до 55 % (по-видимому, за счет подложки).

Установлено, что коры содержат более 50 % хлороформенного битумоида, до 25 % нерастворимого в хлороформе остатка и более 20 % элементарной серы [3]. Доминирующими компонентами хлороформенных битумоидов являются асфальтены (60 %) и смолы (27 %), значительно более низкие концентрации характерны для насыщенных (7 %) и ароматических (6 %) углеводородов.

На хроматограммах распределения нормальных и изопренoidных алканов из насыщенной фракции углеводородов (рис. 4) присутствуют только пики среднемолекулярных н-алканов состава C_{14} — C_{22} . Макси-

мальные содержания характерны для C_{15} — C_{17} н-алканов, на которые приходится от 50 до 75 %. Содержания изопренoidных углеводородов низкие, их общая сумма не превышает 14 %. Такое повышенное содержание короткоцепочечных алканов характерно для высокопреобразованного органического вещества [7] и связано с молекулярно-массовым перераспределением углеводородов в сторону накопления н-алканов малой молекулярной массы в ходе термической деструкции их высокомолекулярных гомологов.

Состав аминокислот, извлеченных из трех образцов неминерализованных кор в ходе кислотного гидролиза, оказался довольно схожим. Ко-

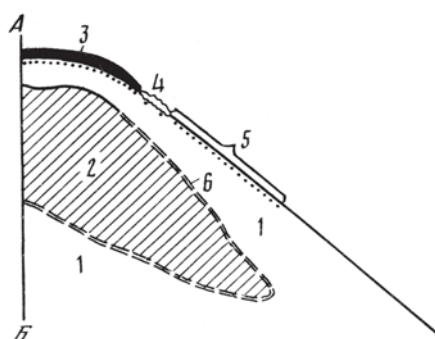


Рис. 2. Схематическое строение террикона по [5] с дополнениями: 1 — горелые породы (продукты термических трансформаций отвального вещества в окислительных условиях); 2 — «черный блок» (продукты термических трансформаций отвального вещества в восстановительных условиях); 3—5 — отложения отвальных фумарол (коры): 3 — асфальтоподобные, 4 — сульфатные, 5 — хлоридные; 6 — фронт тления «черного блока»

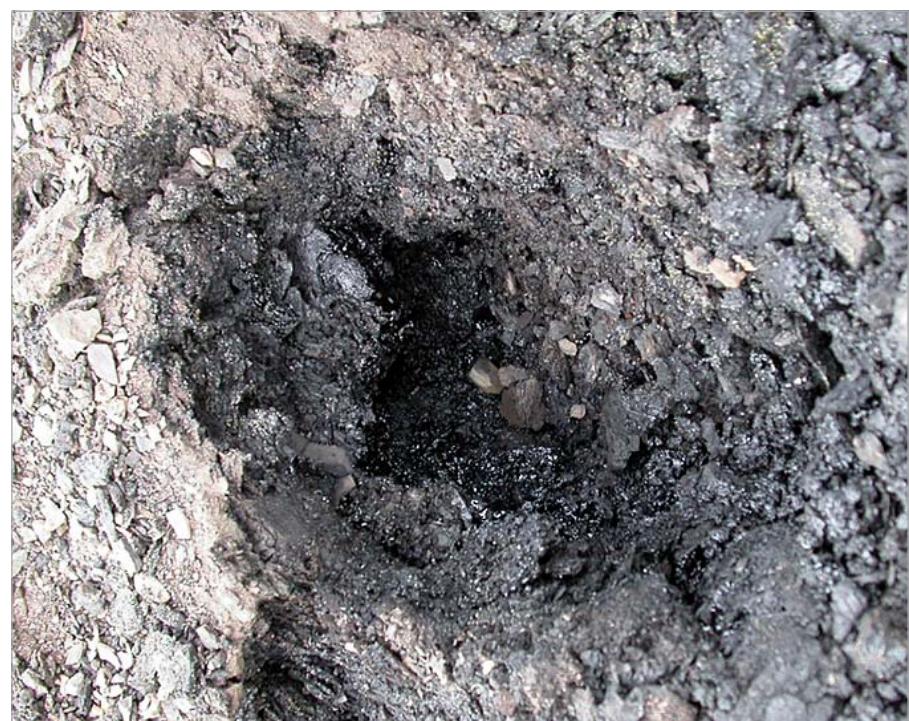


Рис. 3. Вид асфальтоподобных кор, террикон шахты № 50, 2008 г.

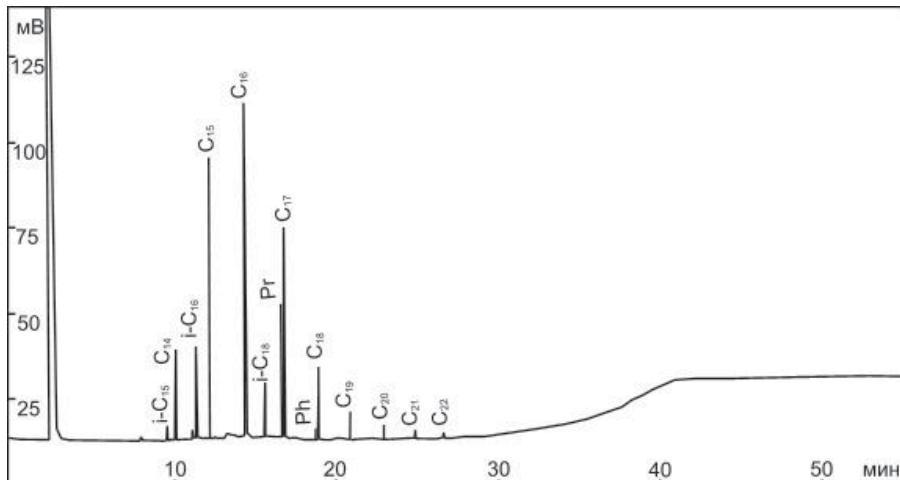


Рис. 4. Хроматограмма распределения нормальных и изопреноидных алканов из насыщенной фракции углеводородов в образце коры 072-18

личество аминокислот изменяется от 100 до 300 мкг/г, что на порядок превышает их содержание как в исходных веществах, слагающих отвалы, так и в продуктах, образующихся при их горении [9]. Среди индивидуальных аминокислот доминируют глутаминовая кислота, аланин и глицин. Во всех исследованных нами образцах преобладают алифатические (40–50 %), кислые (20–25 %) и ароматические (11–17 %) аминокислоты. Подобное распределение аминокислот, а именно повышенное содержание кислых и

и фиброкеритом и фитофульгуритом — с другой [1, 10, 11].

Значения $\delta^{13}\text{C}$ ‰ PDB для асфальтоподобных кор изменяются в интервале от –25.03 до –25.95 [9]. По сравнению с исходным углем в неминерализованных корах примерно в два раза уменьшаются соотношения С/Н и С/Н, а также отмечается облегчение изотопного состава углерода, причем возрастание доли легкого изотопа углерода соответствует увеличению суммарного содержания аминокислот (см. таблицу). В продуктах раскристаллизации

Изотопные отношения $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ и содержание аминокислот в угле и асфальтоподобных корах из горелых отвалов Челябинского угольного бассейна

Показатель/образец	$\delta^{13}\text{C}$, ‰ PDB	Σ Аминокислот, мг/г
Уголь (076-2)	–23.75	0.04
Кора не минерализованная (072-18)	–25.95	0.30
Кора раскристаллизованная (057щ-8)	–25.03	0.87
Кладноит (065)	–24.99	3.90

ароматических аминокислот при снижении количества алифатических, характерно для высокотемпературных образований с высокой степенью трансформации органического вещества. В таких объектах основная часть аминокислот образована в результате реакций вторичного синтеза, причем как из разрушенных аминокислот, так и из газообразных продуктов, выделяющихся при горении органического вещества отвалов. Роль катализатора при этом может выполнять алюмосиликатная составляющая вещества подложки [4]. От природных битумоидов асфальтоподобные коры отличаются более высоким относительным содержанием D-энантиомеров; по суммарному количеству аминокислот они располагаются между фитофульгуритом и антраксолитами, с одной стороны,

раскристаллизации асфальтоподобных кор (неминерализованная кора → раскристаллизованная кора → кладноит) тенденция меняется на обратную: $\delta^{13}\text{C}$ утяжеляется, а суммарное содержание аминокислот продолжает возрастать.

Полученные данные указывают на значительное изменение исходного состава органического вещества, сформировавшего асфальтоподобные коры в высокотемпературных восстановительных условиях.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке НШ 1310.2012.5 и грантов РФФИ № 06-05-64845а, 11-05-00620а.

Литература

- Лысюк А. Ю., Юргенсон Г. А., Юшкин Н. П. Фитофульгуриты — новый тип электроатмогенных геологи-

- ческих образований // Литосфера, 2006. № 3. С. 125–140.
- Малеев М. Морфологические особенности кристаллов α-серы, образованной при каменноугольных пожарах на месторождении Брежане // Bulg. Acad. Sci., Geochim. Mineral. Petrol, 1976. № 4, С. 8–26.
- Меленевский В. Н., Сокол Э. В., Фомин А. Н. Преобразование угля в процессе высокотемпературного катагенеза // Геология и геофизика, 2006. Т. 47, № 9. С. 1005–1012.
- Петров А. А. Углеводороды нефти. М.: Наука, 1984. 264 с.
- Чесноков Б. В., Щербакова Е. П. Минералогия горелых отвалов Челябинского угольного бассейна (опыт минералогии техногенеза). М.: Наука, 1991. 152 с.
- Чесноков Б. В., Щербакова Е. П., Нишанбаев Т. П. Минералы горелых отвалов Челябинского угольного бассейна. Миасс: ИМин УрО РАН, 2008. 139 с.
- Шевкопляс В. Н., Бутузова Л. Ф., Стефанова М., Маринов С., Янева Н. Д. Идентификация и распределение реликтовых соединений (биомаркеров) в смолах пиролиза углей // Вопросы химии и химической технологии, 2009. № 5. С. 61–70.
- Щербакова Е. П., Мороз Т. Н., Костровский В. Г. Кладноит и гёлит из горелых отвалов Челябинского угольного бассейна // Уральский геол. журнал, 2007. № 2. С. 97–106.
- Щербакова Е. П., Шанина С. Н., Мороз Т. Н., Маяренок М. Н., Садыков С. А. Аминокислоты в горелых отвалах Челябинского угольного бассейна. Миасс: ИМин УрО РАН, 2007. 53 с.
- Юшкин Н. П. Белковые аминокислоты в битумах: abiогенный синтез // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН, 1997. № 6. С. 1–3.
- Юшкин Н. П. Биоминеральные взаимодействия. М.: Наука, 2002. 60 с.
- Lapham D. M., Barnes J. H., Downey W. P., Finkelman R. B. Mineralogy associated with burning anthracite deposits of Eastern Pennsylvania // Pa. Geol. Surv. Miner. Resour. Rept., 1980. № 78. P. 82.
- Nasdala L., Pekov I. V., Witzke T. Raman Investigation of Naturally Occurring $\text{C}_{14}\text{H}_{10}$ // Chemie de Erde, 1993. V. 53. P. 159–169.
- Zacek V., Ondrus P. Mineralogy of recently formed sublimes from Katerina colliery in Radvanice, Eastern Bohemia, Czech Republic // Westnik Cesk. geol. ust., 1997. V. 72. № 3. P. 289–302.

Рецензент д. г.-м. н. Д. А. Бушнев



УДК 616. 62:549

МИНЕРАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРОСТАТОЛИТОВ

В. И. Каткова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
katkova@geo.komisc.ru

Анализ литературы и результаты исследований минеральной составляющей простатолитов показали разнообразие состава и морфологии патогенных кристаллических образований в предстательной железе. Кроме ранее установленных минералов в простатолитах впервые зафиксирован кальцит. Выявлены два морфологических типа апатита: глобулы и звездчатые образования, формирующие ячеистую структуру. Обсуждаются генетические аспекты минералообразования.

Ключевые слова: простатолиты, апатит, уэдделлит, структура, минералообразование.

MINERAL COMPONENT OF PROSTATE STONES

V. I. Katkova

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The analysis of the literature and the results of researches of mineral component of prostate stones have shown a variety of structure and morphology of pathogenic crystal formations in gland. Except for earlier established minerals, for the first time it identified calcite. Two morphological types of apatite are revealed: globules and stellar structures forming a cellular texture. Genetic aspects of mineral formation are discussed.

Keywords: prostate stones, apatite, structure, mineral formation.

Исследование камней предстательной железы, безусловно, является не менее актуальным, чем исследование уролитов, кардиолитов или других патогенных минеральных образований, формирующихся в организме человека. К сожалению, в связи со слабо выраженной клинической картиной проявления простатолитов по сравнению с уролитами и малыми размерами кристаллического материала они редко попадают для изучения к минералогам.

Камни предстательной железы впервые описал Марцеллюс Донатус в 1586 г. По данным медицинской литературы, камни простаты выявляются у мужчин старше 50 лет в 1–25 % случаев и могут быть обнаружены у каждого мужчины в пожилом возрасте. Они имеют небольшие размеры, хотя иногда могут достигать 1 см. Они бывают одиночными и многочисленными, крупными и мелкими. Известны случаи, когда в предстательной железе обнаруживали 1247 камней, а вес конкрементов достигал 107.6, 320 и 348.4 г [6]. Камни имеют округлую форму и, как правило, темно-коричневый цвет. По патогенезу они подразделяются на два вида: первичные (эндогенные), формирующиеся обычно в дольках железы, и вторичные (экзогенные), отличающиеся от первых

более крупными размерами. Образование экзогенных камней связывают с попаданием урины в протоки железы.

Согласно данным, полученным М. Спектором и его соавторами [9] при анализе 31 образца, включая твердые образования и фрагменты тканей железы, в составе минеральной составляющей конкрементов идентифицированы такие фазы, как слабо окристаллизованный гидроксилапатит ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$), брушит ($\text{CaHPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и витлокит ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$). Авторы отмечают также неоднородность минерализации железистой ткани. Формирование кристаллических фаз они объясняют близостью расположения железы к мочевой системе, но при этом не приводят какие-либо данные по корреляции этого процесса с уролитиазом.

Пять простатолитов округлой формы и величиной от 1.2 до 7 мм исследовали на минеральный состав С. С. Потапов и А. Ю. Чиглинцев [8]. Визуальный осмотр разреза самого крупного камня показал, что он имеет сферолито-зональное строение и ядро, окруженное «скорлупкой». Методами рентгеновской дифрактометрии и ИК-спектроскопии в одном из этих образцов были идентифицированы карбонатсодержащий апатит-(CaOH), апатит-(CaOH) и примеси

витлокита. Согласно результатам их исследований в простатолитах установлены минералы только одного класса — фосфаты.

С внедрением в клиническую практику трансректального ультразвукового сканирования значительно участилось выявление конкрементов в простате. Рентгенофазовые исследования, проведенные в Институте уро-нефрологии и репродуктивного здоровья человека, показали, что в 33 % проб минералообразующим компонентом в простатолитах является апатит, в 21 % — оксалаты (уэвеллит и уэдделлит), на долю уратов (солей мочевой кислоты) приходится 13 % и на смешанный состав (фосфатов с оксалатами) — 33 % [1].

Ниже приводятся результаты исследования состава, структурных особенностей четырех простатолитов и анализа эндогенных факторов, обуславливающих их формирование. Изучение образцов проводилось методами оптической (МБС-10, Olympus-BX51) и растровой электронной микроскопии (РЭМ) JSM 6400 (JEOL), с помощью которых было выявлено, что конкременты бурого цвета имеют замысловатую, эллипсоидальную и шаровидную формы (рис. 1). На их гладкой поверхности наблюдаются трещины усыхания, возможно указываю-

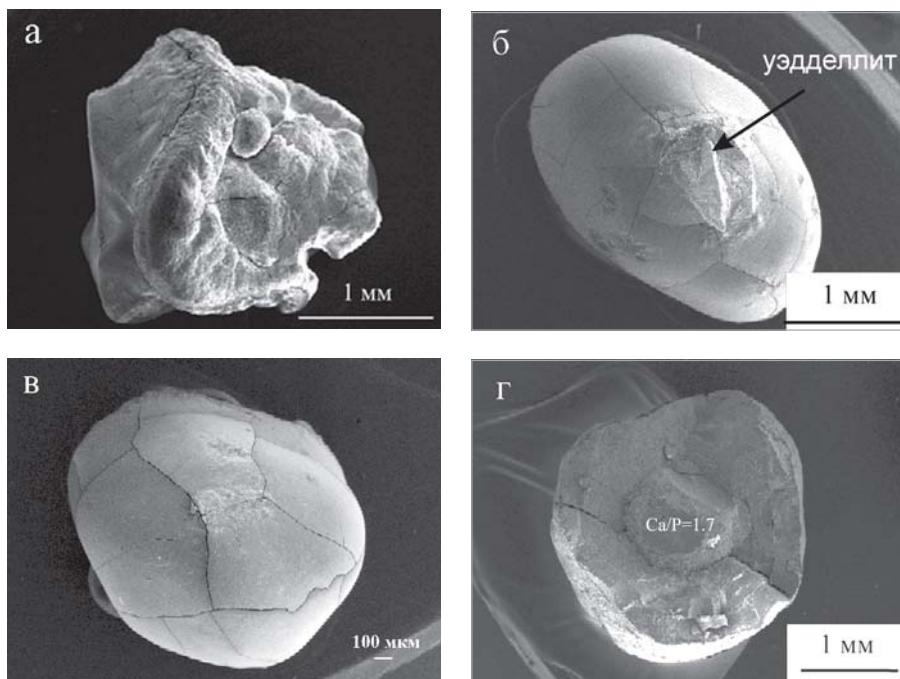


Рис. 1. Общий вид конкрементов

ющие на наличие значительного содержания адсорбированной воды в простатолите. Средний размер камней составляет около 2 мм. На поверхности одного из них (рис. 1, б) обнаружен параллельный сросток двух кристаллов дигидрата оксалата кальция $\text{Ca}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (уэдделлита), которые относятся к дипирамидальному классу тетрагональной сингонии. Пространственная группа $I4/m$, $z = 8$.

Изучение сколов микрозондовым методом показало, что основными камнеобразующими компонентами в простатолитах являются кальций и фосфор с различными значениями индекса Ca/P (рис. 2). По РЭМ-изображениям можно выделить несколько структурных типов образований апатита, отличающихся размерами и конструкцией. Глобулы размером

0.5—1 мкм встречаются в виде единичных или агрегированных образований, а также формируют глобулярно-ячеистую структуру. Звездчатые агрегаты апатита волокнисто-спутанного строения наблюдаются на границе с микрозональной структурой.

В шлифе, изготовленном из апатитсодержащего простатолита (рис. 1, в), просматриваются зональная структура конкремента, два ядра неправильной формы и различной степени окрашенности (рис. 3). Монокристаллы и сростки уэдделлита ромбического облика (без признаков трансформации в одноводный оксалат кальция) с характерным интерференционным окрашиванием, как правило, приурочены к границам концентрической зональности. Размеры отдельных индивидов варьируются от 10 до 100 мкм

(рис. 4). Подобные парагенезисы двух минералов зафиксированы в простатолитах [2] и распространены в уролитах. Кроме того, единичные кальцийсодержащие выделения (39 % Ca) без четких границ, обнаруженные в одном из изученных сколов простатолита, методами оптической микроскопии и зондового анализа идентифицированы как кальцит (рис. 5).

Полагаем, что минеральная составляющая изученных нами конкрементов представлена карбонатсодержащим апатитом-(CaOH) и уэдделлитом и незначительным содержанием кальцита. Из микропримесей в составе этих камней микрозондовым методом зафиксированы следы Mg , Na , Si , Al , Zn , Ig , K и S .

На наш взгляд, уэвеллит и уэдделлит, присутствующие в составе патогенных твердых образований, являются маркерами жизнедеятельности грибковой микрофлоры в организме человека. Ранее их структурные элементы были зафиксированы в уролитах различного минерального состава [3].

Согласно исследованиям практической медицины к образованию простатолитов приводят следующие факторы: застойные явления в предстательной железе; простатит, способствующий минералообразованию; рефлюкс (забрасывание) урины в протоки железы, провоцирующий формирование вторичных камней [5]. Что касается генезиса фосфатных уролитов, то его связывали с жизнедеятельностью микробных ассоциаций, включающих кишечную палочку, стафилококк, энтерококк, некоторые виды протея и синегнойную палочку [7]. В настоящее время установлено, что в этиологии воспалительных процессов нижних мочевых путей все большее значение приобретают грибковые возбудители. Различные штаммы рода *Candida* (более 80 %) могут быть бессимптомным проявлением инфекции. Фактором риска для возникновения грибковой колонизации эпителиальных поверхностей органов в большинстве случаев является предшествующая антибактериальная терапия.

Однако нередко наблюдается формирование асептических простатолитов и без воспаления простаты. Была выдвинута гипотеза о том, что воспаление простаты, сопровождающееся формированием простатолитов, является следствием воздействия токсических веществ, проникающих

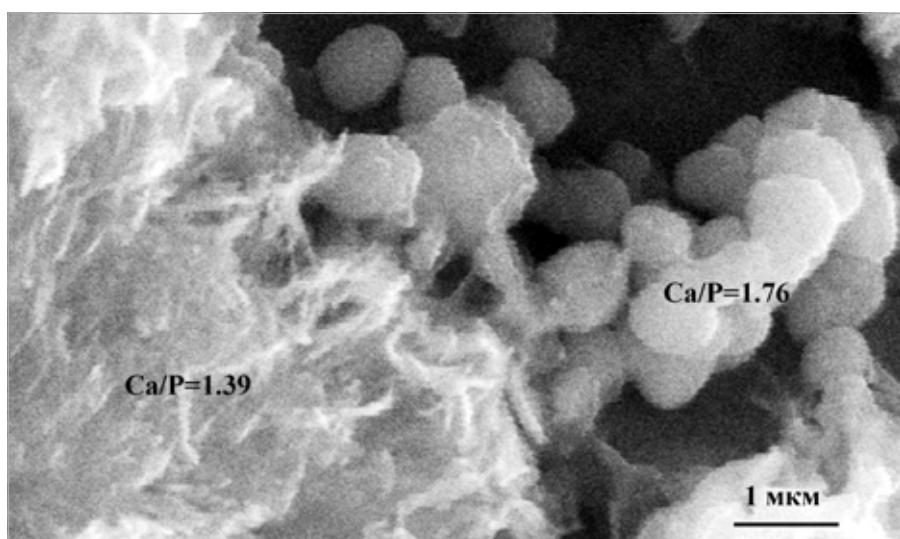


Рис. 2. РЭМ-изображение. Морфологические типы апатита в простатолитах

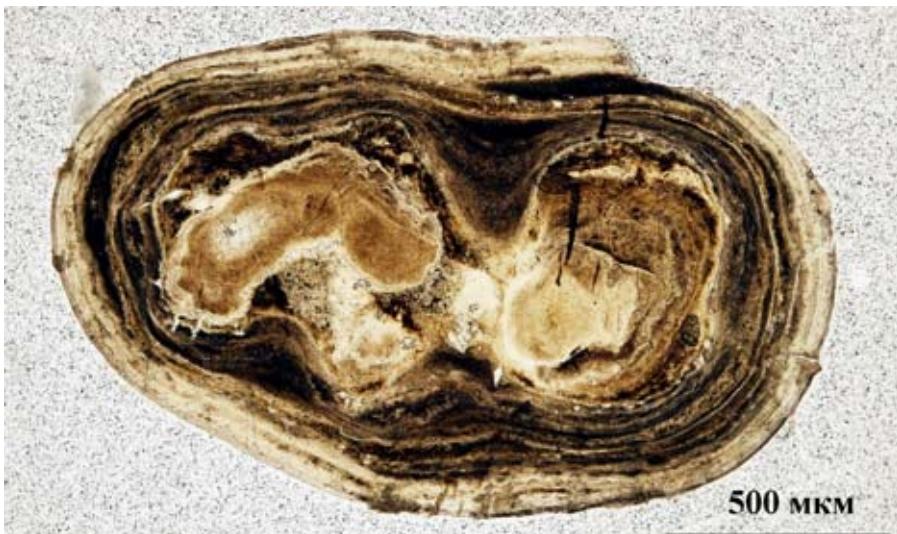


Рис. 3. Микроструктура простатолита (см. рис. 1, в). Шлиф, ник. парал.

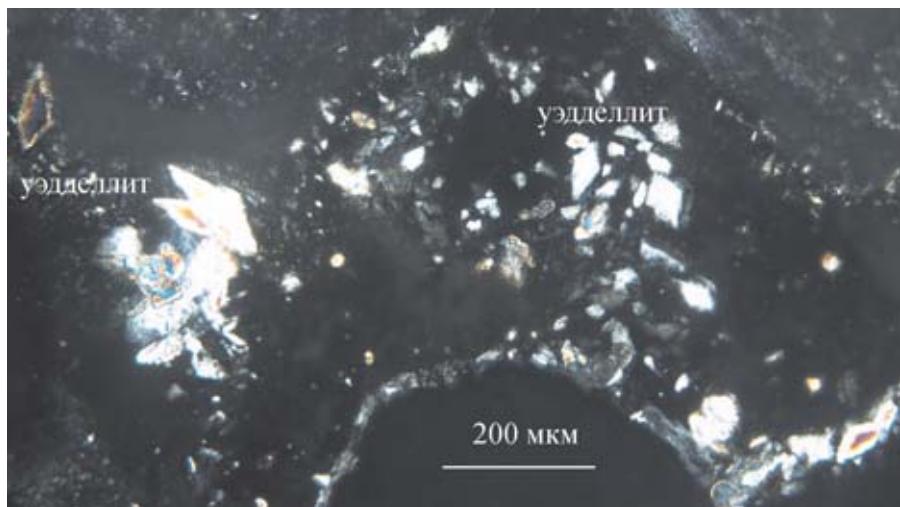


Рис. 4. Кристаллы уэдделлита в апатитсодержащей матрице. Шлиф, ник. скрещ.

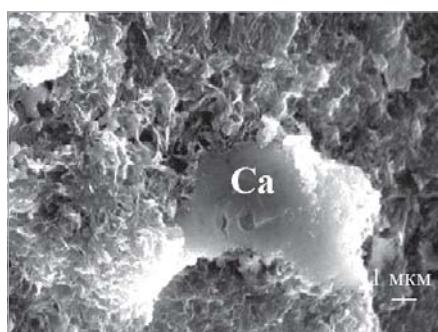


Рис. 5. Выделения кальция в структуре апатита

с уриной в проток простаты при рефлюксе [5]. Следует отметить, что при исследовании скола простатолита методом РЭМ нам не удалось обнаружить элементы с морфологическими признаками, свойственными каким-либо микроорганизмам.

Не менее важным условием для формирования конкрементов является поступление камнеобразующих компонентов, которые, в частности оксалат-ионы, могут попадать в про-

струту по кровеносному руслу из других органов человека. Присутствие воспалительного экссудата, содержащего фосфаты и Ca-связывающие белки, способствует их осаждению [4]. При наличии грибковой микрофлоры не исключается продуцирование щавелевой кислоты непосредственно в простате.

Таким образом, результаты наших исследований и анализ ранее опубликованных данных наводят на мысль о том, что формирование простатолитов, так же как и уролитов, обусловлено совокупностью множества различных факторов [4]. Нами установлено, что в минеральной составляющей простатолитов кроме ранее выявленных карбонатсодержащего апатита-(CaOH), апатита-(CaOH), брушита, витлокита, уэвеллита и уэдделлита присутствует кальцит. Выделены два морфологических типа апатита: глобулы и звездчатые образования, формирующие ячеистую структуру.

Проведен анализ основных факторов, вызывающих минералобразование. К ним относятся: застойные явления в предстательной железе; воспалительные процессы, способствующие формированию камней; рефлюкс урины в протоки железы; наличие в секрете предстательной железы литогенных компонентов (Ca-связывающие белки, фосфат- и оксалат-ионы, мочевой кислоты); жизнедеятельность грибковой микрофлоры в каком-либо органе человека.

Работа выполнена при поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект 12-П-5-1011.

Автор выражает большую благодарность С. Н. Шатохиной (Москва, МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского) за предоставленные образцы простатолитов.

Литература

- 1.** Глыбочки П. В., Кузьмичева Г. М., Антонова М. О., Винаров А. З., Гусев-нов Ф. И. Исследование камней простаты физико-химическими методами // Бюллетень медицинских интернет-конференций, 2011. Т. 1. № 4. **2.** Каткова В. И. Биоминералогия стоматолитов. Екатеринбург: УрО РАН, 2006. 111 с. **3.** Каткова В. И., Филиппов В. Н. Морфотипы микробиоты в структуре биоминеральных образований // Материалы XXIII Российской конференции по электронной микроскопии. Черноголовка, 2010. С. 366. **4.** Катко-ва В. И. Проблема генезиса уролитов // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2011. № 10. С. 14–17. **5.** Мазо Е. Б., Карабак В. И., Попов С. В., Шмелков И. Ю. Диагностика и лечение грибковой инфекции нижних мочевых путей у урологических больных // Инфекции в хирургии, 2008. Т. 6. № 2. С. 35–37. **6.** Малахов Г. П. Лечение простатолита. 2006. www.modernlib.ru/books. **7.** Тиктинский О. Л., Александров В. П. Мочекаменная болезнь. СПб.: Питер, 2000. 384 с. **8.** Потапов С. С., Чиглинцев А. Ю. Химоминералогия вообще и минералогия простатолитов в частности // Минералогия техногенеза, 2001. Миасс: Имин УрО РАН, 2000. С. 122–129. **9.** Spector M., Magura C. E. and Lilga J. C. Prostatic calculi // Urolithiasis. Clinical and Basic Research: (4th Int. symp. urolithiasis res., Williamsburg, 1980) / Eds Smith L.H. et al. New York; London: Plenum, 1981. P. 943–947.

Рецензент д. г.-м. н. В. И. Ракин



ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАТАГЕНЕЗА СРЕДНЕВОЛЖСКОГО ГОРЮЧЕГО СЛАНЦА

Н. С. Бурдельная¹Д. А. Бушнев¹М. В. Мокеев²

¹ Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар
burdelnaya@geo.komisc.ru

² Институт высокомолекулярных соединений Российской академии наук, Санкт-Петербург

Приводятся данные по составу органического вещества средневолжского горючего сланца Восточно-Европейской платформы, полученные при проведении гидротермального эксперимента при температурах 250, 275, 300 и 325 °C. Результаты свидетельствуют о достижении термической зрелости ОВ стадии МК₁–МК₂. Структура керогена с повышением температуры гидротермального эксперимента претерпевает значительные изменения, выраженные в потере н-алкильных цепей, разрушении простых эфирных связей и преобразовании строения ароматической составляющей геополимера.

Ключевые слова: верхнеюрский сланец, водный пиролиз, кероген, он-лайн-пиролиз, ¹³C ЯМР спектроскопия в твердом теле.

EXPERIMENTAL MODELING OF CATAGENESIS OF THE UPPER JURASSIC OIL SHALE

N. S. Burdelnaya, D. A. Boushnev, M. V. Mokeev

¹Institute of Geology of Komi Scientific Center of Ural Division of RAS, Syktyvkar

²Institute of Macromolecular compounds Russian Academy of Science

This paper presents data on the composition of organic matter in Upper Jurassic of the East European platform, obtained during hydrous pyrolysis at 250, 275, 300 and 325 °C. The results show the achievement of thermal maturity stage of MK₁–MK₂. The structure of kerogen with increasing temperature hydrothermal experiment is undergoing significant changes, expressed in loss of n-alkyl chains, breaking ether bonds, and the transformation of the structure of the aromatic component of the geopolymers.

Keywords: the Upper Jurassic oil shale, hydrous pyrolysis, kerogen, on-line pyrolysis, ¹³C CP/MAS NMR spectroscopy.

Постановка гидротермального эксперимента при невысоких температурах позволяет моделировать процесс природного катагенеза в лабораторных условиях. Температура в таких экспериментах обычно не превышает 370 °C [1–5], что совместно с использованием воды приводит к более «мягкой» генерации нефтеподобных продуктов. Ряд исследователей предполагает, что роль воды в процессе пиролиза не существенна и она не оказывает значительного влияния на генерацию биомаркерных компонентов ОВ [6]. Тем не менее М. Д. Леваном [7] было показано, что при 350 °C в отсутствие воды генерируется только

половина продуктов пиролиза от общего количества пиролизата, получаемого в условиях водного пиролиза. Существенное влияние воды оказывается в температурном интервале от 330 до 350 °C. В условиях безводного термолиза преимущественное разрушение С–С связей приводит к образованию пиробитума, плохо растворимого в органических растворителях; при водном пиролизе образуется термобитумоид, наиболее близкий по составу к природной нефти. Химизм протекающих реакций в случае безводного термолиза объясняется отсутствием экзогенного источника водорода, результатом чего является снижение

скорости термического разложения вследствие торможения сшивки углерод–углеродных связей.

Верхнеюрские горючие сланцы являются крайне интересными в плане проведения водного термолиза. Они содержат органическое вещество (ОВ), характеризующееся низкой степенью термической зрелости, не превышающей стадию ПК₂ [8], и высокую концентрацию органического углерода в породе (C_{opr}). Целью настоящей работы является исследование изменений в битумоиде и в структуре керогена такого сланца, происходящих при водном пиролизе при различных температурах. Для эксперимента был



взят образец горючего сланца (верхняя юра) из обнажения на р. Сысоля (с. Койгородок). Содержание органического углерода в породе ($C_{\text{опр}}$) вычислялось исходя из нахождения среднего из суммы трех определений $C_{\text{опр}}$ и составило 27.2 %. Образец был разделен на несколько частей, каждая из которых была подвергнута термообработке в автоклаве при фиксированной температуре. Температуры, при которых проводился водный пиролиз, составляли 250, 275, 300 и 325 °C. Исходная порода перед автоклавированием предварительно была проэкстрагирована. Дальнейшая обработка заключалась во фракционировании битумоида и его детальном исследовании [9]. Из остатка породы выделяли кероген, экстрагировали хлороформом и исследовали на газовом хроматографе «Кристалл-2000М», снабженном пиролитической приставкой. Пиролиз проводился при температуре 600 °C (15 с). Анализ углеводородной фракции битумоидов выполнялся на газовом хроматографе «Кристалл-2000М», оснащенном капиллярной колонкой SPB-1 (Supelco) длиной 30 м и внутренним диаметром 0.32 мм, толщина неподвижной фазы составляла 0.25 мкм.

Элементный анализ керогена был проведен в Институте биологии Коми НЦ УрО РАН ведущим инженером-химиком Е. А. Тумановой с использованием элементного анализатора EA 1110 (CHNS-O) CE Instruments.

Пиролиз по методу Rock-Eval был выполнен в лаборатории геохимии пластовых нефтеей ОАО «ТомскНИПИнефть» Р. С. Кашаповым с использованием прибора Rock-Eval 6 Turbo.

ЯМР спектры высокого разрешения в твердом теле получали по методике кросс-поляризации с вращением под «магическим углом» на спектрометре BRUKER AVANCE II-500 (рабочая частота на ^{13}C — 125.77 МГц). Химические сдвиги приводились относительно внешнего стандарта тетраметилсилина (TMS). Обработка спектров осуществлялась в программе Dmfit [10].

По данным пиролиза Rock-Eval исследуемых образцов, с повышением температуры автоклавирования снижается водородный показатель (HI), температура, соответствующая максимуму выхода продуктов углеводородного типа (T_{max}), полученных в результате крекинга, возрастает с 407 до 427 °C, что свидетельствует о возрастании зрелости керогена, которая

тем не менее не соответствует достаточно зрелому ОВ. HI породы, прогретой при 325 °C, превышает 400 мг УВ/г $C_{\text{опр}}$, поэтому остаточный кероген не теряет статус II типа и все еще обладает значительным генерационным потенциалом (см. таблицу).

С возрастанием температуры постепенно уменьшается содержание органического углерода в породе, содержание ХБА при переходе от исходного до термолизованного при 325 °C значительно увеличивается (см. таблицу). Атомное отношение H/C снижается, что и было зафиксировано нами ранее при проведении гидротермального эксперимента с ъбским горючим сланцем и является следствием процесса диспропорционирования водорода и нарастающей ароматизации остаточного керогена [9]. Снижение величины отношения H/C с 1.37 до 0.79 может указывать на достижение зрелости, соответствующей 0.8–0.9 R_o или стадии MK₁–MK₂ [11].

Битумоидный коэффициент ($\beta^{\text{ХБ}}$) монотонно изменяется в процессе прогрева до 300 °C и резко увеличивается при 325 °C. В групповом составе термобитума происходит снижение содержания смолистых компонентов и возрастает содержание асфальтенов (см. таблицу). Углеводородная фракция, в состав которой входят n -алканы, изопреноиды и алициклические соединения, составляет наименьшую часть от

исходного битумоида и термобитумов, полученных при различных температурах. Содержание данной фракции в битумоиде исходной породы значительно выше, чем в термобитумах, тем не менее образование углеводородных структур начинается уже с 250 °C. Выход ароматической фракции, наоборот, плавно возрастает от исходного битумоида к термобитумам.

По данным газохроматографического анализа распределение n -алканов и изопреноидов заметно изменяется с увеличением температуры (рис. 1). Для непрогретого образца характерно типичное для юрских сланцев бимодальное распределение n -алканов (при $n\text{-C}_{15}$ и $n\text{-C}_{27}$) с преобладанием нечетных гомологов над четными, свидетельствующее о смешанном типе ОВ [8]. С повышением температуры автоклавирования выравниваются концентрации четных и нечетных n -алканов, но начиная с 275 °C выделяются пики $n\text{-C}_{24}$ и $n\text{-C}_{26}$ алканов, и далее их концентрация несколько возрастает с увеличением температуры водного пиролиза. Выделение данных соединений при повышенных температурах гидротермального эксперимента на фоне остальных n -алканов становится отличительным признаком юрских отложений. Обессеривание полярных фракций продуктов пиролиза горючего сланца

Геохимическая характеристика образцов до и после водного пиролиза

Показатель	Исходный	250 °C	275 °C	300 °C	325 °C
Характеристика породы и элементный состав керогена					
$C_{\text{опр}}, \%$	27.2	30.8	26.5	25.4	11.7
ХБА, %	0.49	4.82	10.62	15.85	27.10
$\beta^{\text{ХБ}}, \%$	2	16	40	62	214
H/C	1.37	1.20	1.14	1.06	0.79
O/C	0.20	0.15	0.15	0.12	0.13
Результаты пиролиза Rock-Eval					
$T_{\text{max}}, ^\circ\text{C}$	407	413	—	424	427
HI, мг УВ/г $C_{\text{опр}}$	600	582	—	513	476
OI, мг $\text{CO}_2/\text{г } C_{\text{опр}}$	46	11	—	7	7
Групповой состав битумоида и термобитумоидов					
Асфальтены, %	26.6	35.7	47.9	51.9	56.4
Полярная фракция, %	46.0	34.1	28.8	26.3	19.2
Алифатическая фракция, %	3.6	1.5	1.2	1.7	2.8
Ароматическая фракция, %	3.3	5.9	5.9	6.5	9.2
Состав ациклических углеводородов и изопреноидов					
Kнч (I)*	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1
Kнч (II)**	3.5	1.3	0.8	0.5	0.7
Pr/Ph	0.29	0.57	0.75	0.88	1.20
Содержание n -алканов, мг/г $C_{\text{опр}}$	0.16	0.22	0.73	1.63	12.39
Содержание изо-алканов, мг/г $C_{\text{опр}}$	0.02	0.10	0.31	0.59	3.00
Геохимические показатели продуктов online-пиролиза					
Бензол+толуол/($n\text{-C}_7+n\text{-C}_8+n\text{-C}_9$)	1.04	0.82	0.63	0.57	0.44
Тиофеновый индекс (TR)***	0.31	0.15	0.14	0.13	0.02

* Kнч (I) = $2\text{C}17/(\text{C}16+\text{C}18)$

** Kнч (II) = $2\text{C}27/(\text{C}26+\text{C}28)$

*** 2,3-DMT/(o-ксилол+н-нонен-1)

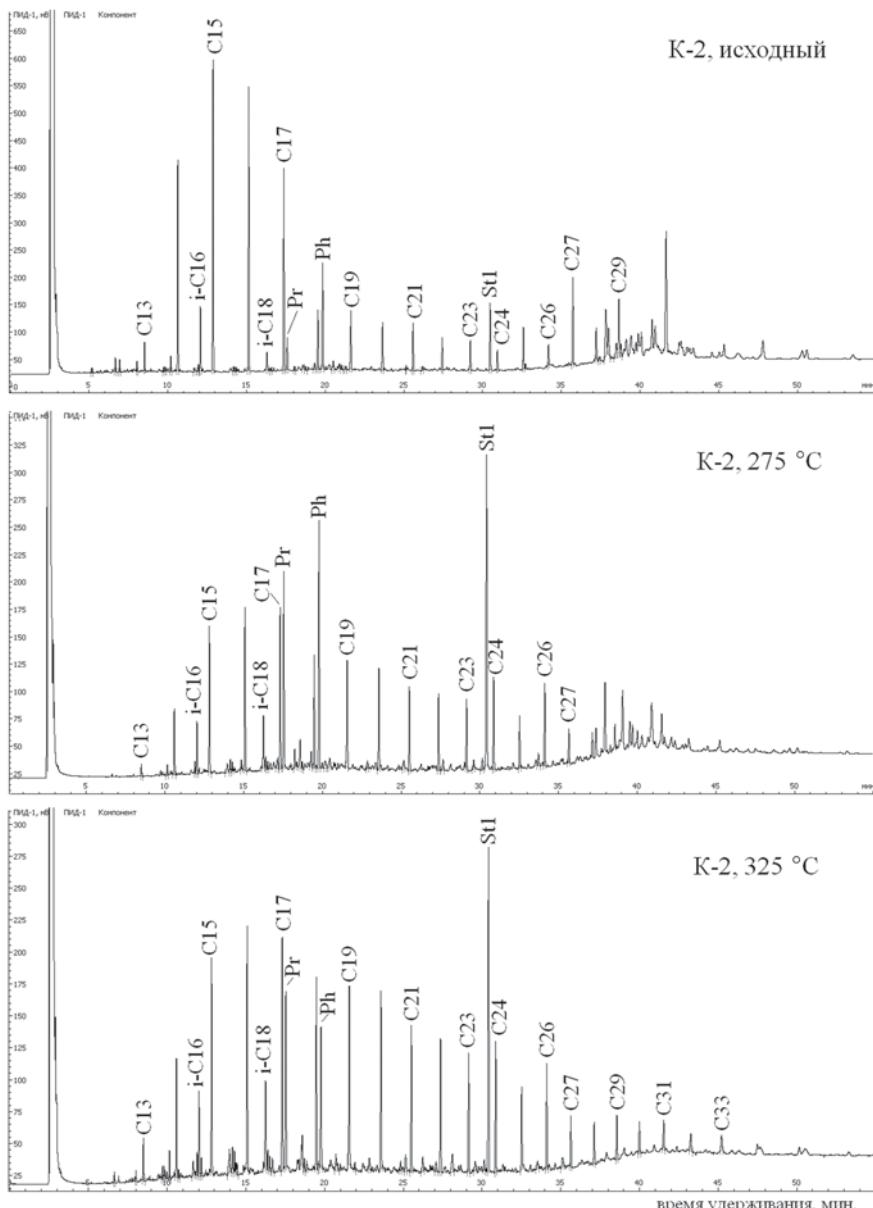


Рис. 1. Распределение *n*-алканов и изопреноидов углеводородной фракции битумоидов пород до и после водного пиролиза

(20.8 % С_{опр}), отобранного с того же обнажения, показало необычное доминирование *n*-алканов состава С₂₄ и С₂₆ [9]. Вполне возможно, что предшественники структур *n*-С₂₄ и *n*-С₂₆ имели повышенную склонность к реакциям природного осернения, и это дает основание предполагать, что в керогене данные соединения находятся в серосвязанном виде.

Концентрации *n*-алканов и изопреноидов, измеренные с помощью внутреннего стандарта (3-метил-6,6-D₂-трикозана), возрастают с повышением температуры гидротермального эксперимента. Если в непрогретом образце на 1 г С_{опр} приходится 0.16 мг *n*-алканов и 0.02 мг изопреноидов, то в термообработанном при 325 °C образце их содержания составляют 12.37 и 3.00 мг соответственно (см. таблицу). Отношение Pr/Ph увеличивается,

но лишь при 325 °C становится больше единицы. Высокое содержание фитана, генерируемое до 275 °C, объясняется образованием менее прочных связей исходного фитанового предшественника с матрицей керогена. При более высоких температурах наряду с генерацией фитана происходит его деградация. Аналогичные изменения данного показателя фиксировались и ранее, например в эксперименте по водному пиролизу незрелого мелового сланца из Иордании [12].

В составе полициклических углеводородов с возрастанием температуры также отмечаются определенные изменения. Они связаны с изменением соотношений биологических (ββ), нефтяных (αβ) гопанов и моретанов (βα), которые меняются при катагенезе в сторону накопления нефтяных гопанов [13]. Так, в процессе водного

термолиза происходит нарастание αβ и βα гопанов состава С₃₀ при снижении концентрации биологического ββ диастереомера (рис. 2). Отношение 22S/22S+R изомеров ab С₃₁ гомогопана отвечает величине R_o порядка 0.4–0.5 %, то есть позднему протокатагенезу или началу раннего катагенеза (стадия ПК₃–МК₁). Начиная с 275 °C в составе термобитумоида появляются трициклические терпаны. Нами не зафиксировано значимых различий в распределении стерановых углеводородов битумоида, полученного при различных температурах. Стераны преимущественно представлены соединениями состава С₂₇–С₂₉ ααα 20R конфигурации, и имеют следующее распределение: С₂₇ > С₂₉ > С₂₈, которое принципиально не отличается от зафиксированного нами ранее в других исследованных образцах [9].

Результаты *online*-пиролиза керогена, выделенного до и после гидротермального эксперимента, свидетельствуют о высокой степени алифатичности пиролизата, нарастающей с увеличением температуры автоклавирования (рис. 3). *n*-алканы и *n*-алкены-1 остаются основными компонентами продуктов пиролиза вплоть до 325 °C. Расчет отношения суммарных площадей пиков бензола и толуола к сумме площадей *n*-алканов состава С₇–С₉ показал, что содержание *n*-алкильных структур возрастает относительно ароматических моноядерных структур с повышением температуры гидротермального эксперимента и более интенсивно это изменение происходит до 300 °C. Тиофеновый индекс плавно снижается с увеличением температуры. Это является свидетельством того, что с возрастанием температуры происходит значительное разрушение сернистых структур. Наиболее значительная потеря серосвязанных структур, выраженная в резком снижении значений тиофенового индекса, происходит при температурах 250 и 325 °C. Данные Эглинтона [14] свидетельствуют о том, что TR, определяемый по составу продуктов пиролиза керогена, линейно зависит от отношения S_{опр}/C и убывает с возрастанием катагенеза органического вещества.

Анализ керогена, проведенный методом ¹³C ЯМР спектроскопии в твердом теле, зафиксировал изменения, происходящие в его структуре с повышением температуры в ходе эксперимента. Данные изменения отражаются в CP/MAS спектрах исследу-

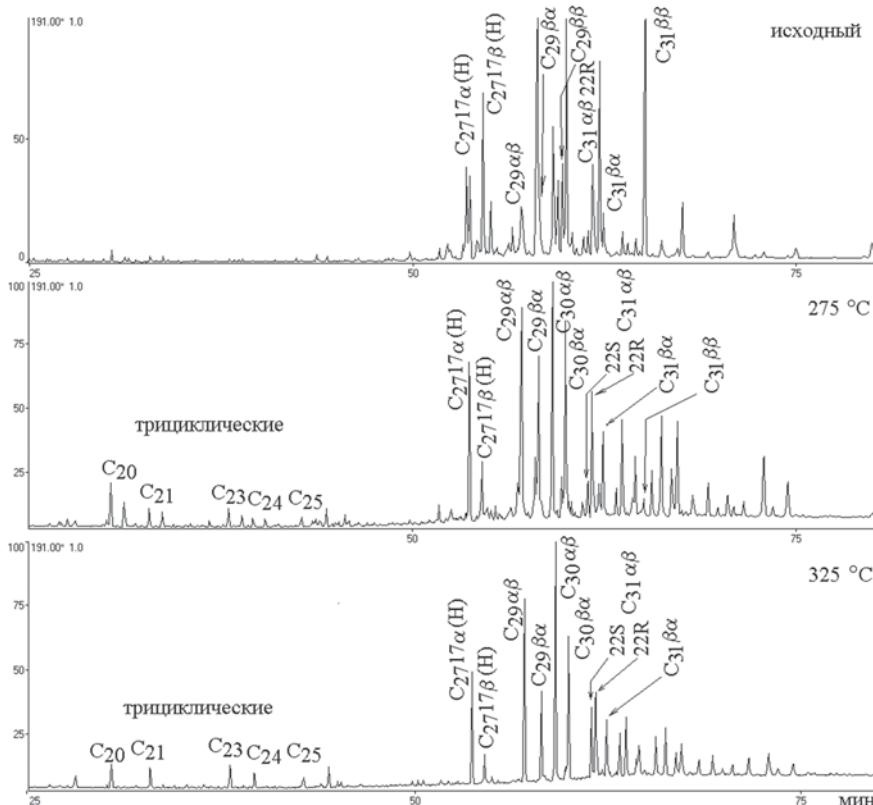


Рис. 2. Распределение гопановых углеводородов до и после гидротермального эксперимента

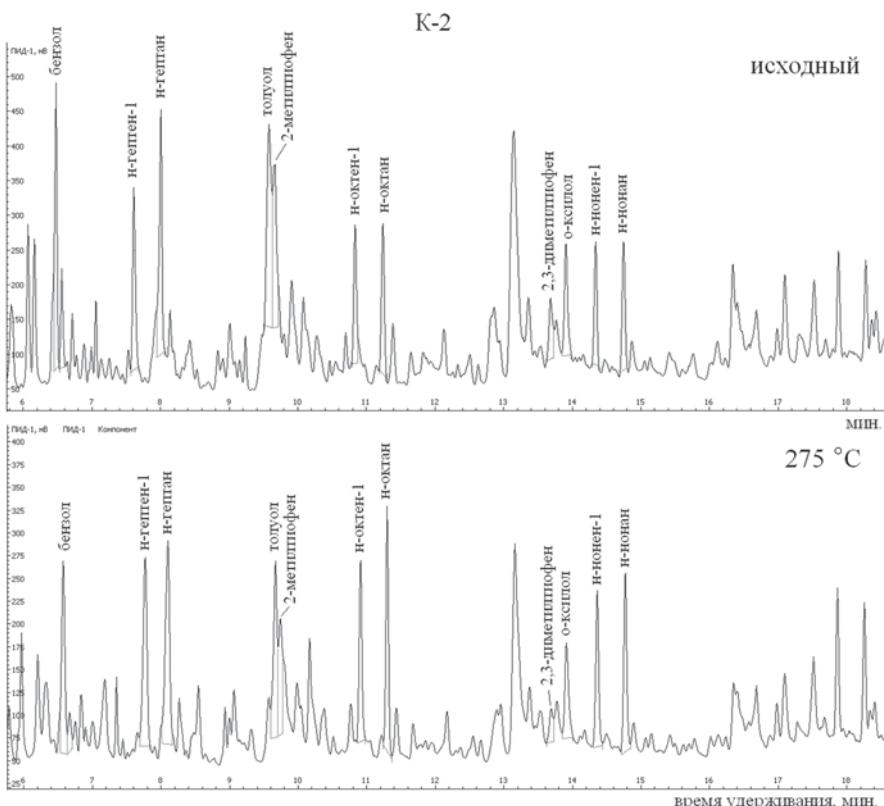


Рис. 3. Пирохроматограмма продуктов пиролиза остаточного керогена, выделенного из верхнеуральского горючего сланца, до и после гидротермального эксперимента

емого геополимера (рис. 4). На начальном этапе водного пиролиза происходит снижение интенсивности сигнала в пределах 60–90 м. д., характерного для углерода простых эфирных и гидроксильных групп. Если при

250 °C теряется до 50 % простых эфирных связей, то к 300 °C сигнал в этой области исчезает совсем. Такие же изменения типичны и для углерода карбоксильных и карбонильных групп (сигналы в области 175–210 м. д.). В

«алифатической» области спектров происходит резкое снижение интенсивности сигнала, характерного для CH_2 -групп, составляющих основу *n*-алкильных звеньев в керогене. Сигнал, отвечающий метильным группам (CH_3 -), с возрастанием температуры автоклавирования остается стабильным. С повышением температуры гидротермального эксперимента значительные изменения претерпевает соотношение $\text{C}_{\text{алиф.}}/\text{C}_{\text{аром.}}$ — в процессе опыта изменяется от 2.5 до 0.5. Расчет данного соотношения основан на использовании интегральной интенсивности сигналов, относящихся к $\text{C}_{\text{алиф.}}$ — к первичному, вторичному, третичному и четвертичному атомам углерода, входящим в состав ациклических углеводородных структур в области от 10 до 40 м. д., для $\text{C}_{\text{аром.}}$ — от 100 до 150 м. д. Данное соотношение хорошо коррелируется с атомным отношением H/C — по мере прогрева снижаются значения H/C и отношение $\text{C}_{\text{алиф.}}/\text{C}_{\text{аром.}}$.

В «арomaticской» области фиксируются два сигнала при 126 и 137 м. д., относящиеся соответственно к протонированному и четвертичному (или замещенному алкильным радикалом) атомам углерода в ароматическом кольце. Тем не менее сигнал в области 126 м. д. может также давать четвертичный углерод другого типа, который является соединительным атомом между ароматическими циклами [15]. По мере термического воздействия на кероген происходит перераспределение атомов углерода: замещенный четвертичный углерод переходит в «межциклический» углерод, при этом основная часть протонированной ароматики остается неизменной. Таким образом частично формируется поликонденсированная система, состоящая из ароматических пакетов.

Результаты гидротермального эксперимента, проведенного со средневолжским горючим сланцем в различных температурных режимах, позволили проследить наиболее существенные изменения в структуре керогена и выделенном в процессе водного пиролиза термобитуме. Данные элементного анализа керогена и результаты пиролиза Rock-Eval свидетельствуют о преобразовании керогена и достижении стадии MK_1-MK_2 при максимальной температуре нагрева. Этот вывод полностью согласуется с данными по составу полициклических биомаркеров. Изменения, наблюдаемые с увеличением темпера-

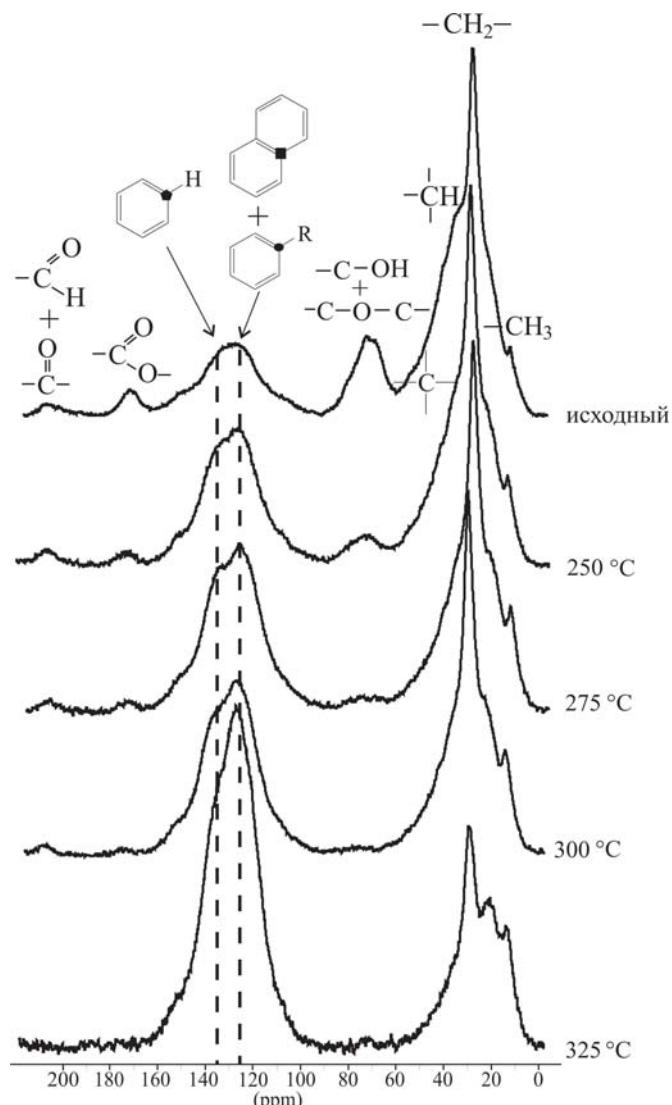


Рис. 4. CP/MAS-спектры керогена, выделенного до и после водного пиролиза

туры эксперимента, связанны со снижением доли тиофеновых и низкомолекулярных ароматических структур и постепенным накоплением *n*-алкильных цепей в пиролизате керогена. На начало мезокатагенеза часть алифатических структур удаляется из керогена при разрушении простых эфирных связей. Метод ¹³C ЯМР-спектроскопии в твердом теле показал значительные изменения, происходящие в структуре керогена, связанные с потерей алифатических цепей, все еще составляющих существенную часть геополимера, при этом содержание метильных группировок остается более или менее стабильным. Также отмечается сильная ароматизация структуры геополимера, выраженная в образовании поликонденсированных ароматических структур с повышением температуры водного пиролиза.

Авторы благодарны д. г.-м. н. И. В. Гончарову за возможность проведения пиролиза Rock-Eval в ТомскНИПИнефти, к. х. н. Б. М. Кондратенко за возможность осуществления элементного анализа в Институт биологии Кomi НЦ УрО РАН.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 11-05-00699-а, программы фундаментальных исследований УрО РАН № 12-М-57-2047.

Литература

1. Winters J. C., Williams J. A., Lewan M. D. A laboratory study of petroleum generation by hydrous pyrolysis. In Advances in Organic Geochemistry 1981, ed M. Bjroy et al. Pergamon, Oxford, 1983. Pp. 524–533.
2. Hoering T. C. Thermal reaction of kerogen with added water, heavy water and pure organic substances // Org. Geochem., 1984. Vol. 5. Pp. 267–278.
3. Lewan M. D. Laboratory simulation of petroleum formation by hydrous pyrolysis. In Organic Geochemistry, ed. M. H. Engler and S.A. Macko. Plenum Press. New York, 1993. Pp. 419–442.
4. Stalker L., Larter S. R., Farrimond P. Biomarker binding into kerogen: evidence from hydrous pyrolysis using heavy water (D_2O) // Org. Geochem., 1998. Vol. 28. № 3/4. Pp. 239–253.
5. Меленевский В. Н., Конторович А. Э., Вуу-Лианг Хуанг, Ларичев А. И., Бульбак Т. А. Аквапиролиз органического вещества рифейского аргиллита // Геохимия, 2009. № 5. С. 504–512.
6. Monthoux M., Landais P. and Durand B. (1986) Comparison between extracts from natural and artificial maturation series of Mahakam delta coals // Org. Geochem. 10, 299–311.
7. Lewan M. D. Experiments on the role of water in petroleum formation // Geochim. et Cosmochim. Acta, 1997. No. 61. Pp. 3691–3723.
8. Бушнев Д. А., Лыюров С. В. Органическая геохимия юрских отложений Сысольского сланцевосного района (Республика Коми) // Геохимия, 2002. № 2. С. 220–227.
9. Бушнев Д. А., Бурдельная Н. С., Шанина С. Н., Макарова Е. С. Генерация углеводородных и гетероатомных соединений высокосернистым горючим сланцем в процессе водного пиролиза // Нефтехимия, 2004. Т. 44. № 6. С. 1–13.
10. Massiot D., Fayon F., Capron M. et al. Modelling one and two-dimensional solid-state NMR spectra // Magn. Reson. Chem., 2002. V. 40. P. 70–76.
11. Баженова О. К., Бурлин Ю. К., Соколов Б. А., Хайн В. Е. Геология и геохимия нефти и газа. М.: Изд-во Московского ун-та, 2000. 384 с.
12. Koopmans M. P., Rijpstra W., Irene C. et al. Artificial maturation of an immature sulfur- and organic matter-rich limestone from the Ghareb Formation, Jordan // Org. Geochem., 1998. Vol. 28. № 7–8. Pp. 503–521.
13. Петров Ал. А. Углеводороды нефти. М.: Наука, 1984. 264 с.
14. Eglinton T. I., Sinninghe Damstee J. S., Kohnen M. E. L., de Leeuw J. W. Rapid estimation of the organic sulphur content of kerogens, coals and asphaltenes by pyrolysis-gas chromatography // Fuel, 1990. № 69. Pp. 1394–1404.
15. Mao J., Fang X., Lan Y. et al. Chemical and nanometer-scale structure of kerogen and its change during thermal maturation investigated by advanced solid-state ¹³C NMR spectroscopy // Geochimica et Cosmochim. Acta, 2010. Vol. 74. Pp. 2110–2127.

Рецензент к. г.-м. н. С. Н. Шанина



УДК 553.98 (470.1)

КАТАГЕНЕЗ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ОСАДОЧНЫХ ТОЛЩ ОМРА-СОЙВИНСКОГО РАЙОНА

Л. А. Анищенко¹С. С. Клименко²О. В. Валяева¹И. С. Котик¹¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, iskotik@geo.komisc.ru²ООО «БашНИПИнефть», Уфа

Рассматриваются результаты углепетрографических, geoхимических и пиролитических исследований девонских отложений в пределах Омра-Сойвинского района. Рассчитаны палеотемпературные градиенты и построены модели катагенетического прогрева палеозойских отложений, показавшие, что вследствие различной глубинной зональности катагенеза одновозрастные толщи на разных участках проходили главную фазу нефтегенерации не одновременно.

Ключевые слова: катагенез, органическое вещество, отражательная способность витринита

CATAGENESIS OF ORGANIC MATTER OF SEDIMENTARY SEQUENCE IN OMRA-SOYVA DISTRICT

L. A. Anishchenko, S. S. Klimenko, O. V. Valyaeva, I. S. Kotik

¹Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar²Company «Bashnipineft», Ufa

The results of coal-petrographic, geochemical and pyrolysis research of Devonian sediments within Omra-Soyva district are presented in the paper. Paleotemperature gradients were calculated, and models of catagenetic heating of Paleozoic sediments were constructed. They showed that in different parts coeval strata underwent the main oil generation stage not simultaneously, which can be explained by the different abyssal zonation of catagenesis.

Keywords: *catagenesis, organic matter, vitrinite reflectance.*

Омра-Сойвинский район является старейшим нефтегазодобывающим районом Тимано-Печорской провинции. Вопросы геологического строения, формирования месторождений нефти и газа, geoхимии углеводородов залежей и битумоидов неоднократно рассматривались в многочисленных научных изданиях (А. Я. Кремс, Б. Я. Вассерман, Н. В. Матвиевская, И. С. Гольберг, Г. С. Калмыков, Г. П. Курбский, З. М. Кузьбожева, С. Г. Неручев, Л. А. Анищенко, Т. К. Баженова, В. И. Богацкий, В. А. Чахмачев, Н. И. Никонов и др.). Однако ряд вопросов требует уточнения и детализации. На основании опубликованных данных и дополнительных исследований уточняются катагенетическая глубинная зональность разреза осадочных толщ, углеводородный потенциал органического вещества (OB) и стратифика-

ция проявления этапов генерации и эмиграции нефти и газа.

Многочисленными советскими и зарубежными исследователями доказана возможность использования величины отражательной способности витринита (ОСВ – R_o , %) для определения степени преобразования углей и рассеянного OB при биохимических термокатализитических процессах в эволюционном развитии осадочных бассейнов. Принята международная шкала размерности катагенетического ряда [1, 2]. Подстадии катагенеза выделяются в рамках соответствующих величин ОСВ: протокатагенез до $R_o = 0.5\%$; мезокатагенез от $MK_1 > 0.5$ до $MK_5 = 1.98\%$ и т. д.

Данные по величинам ОСВ Омра-Сойвинского района имеются по семи скважинам и в основном для узкого стратиграфического интерва-

ла (D_2). Фактические величины ОСВ соответствуют стадиям катагенеза MK_1 и MK_2 (см. таблицу).

Оценка вертикального ряда катагенеза, стратиграфического и гипсометрического положения стадий в разрезе проводилась с использованием величины градиента ОСВ ($R_o/1\text{ км}; R_o/100^\circ$). Вычисление градиента проводилось с учетом палеоглубины залегания толщ, реконструкция которой возможна по геологической информации, сведениям о пористости глин и песчаников, сопоставлению с другими регионами (эталонами). Современные глубины исследованных глинистых пород катагенез которых соответствует стадии MK_1 , в основном не превышают 1 км, а глубины гипсометрического положения стадий MK_2 не больше 1.5 км (см. таблицу).



Результаты углепетрографических исследований глинистых пород

№ п/п	Площадь, № скв.	Современная глубина, м	Возраст	ОСВ, Ro, %	Стадия катагенеза	Исследователь
1	Войвож	786	D ₂ kv	0.57	МК ₁	*Калмыков Г. С.
2	Нибельская-6	878	D ₂ kv	0.59	МК ₁	Степанов Ю. В.
3	Верхнеомринская-31	939	D ₂ tm	0.59	МК ₁	*Калмыков Г. С.
4	Нижнеомринская-288	1034	D ₂ kv	0.67	МК ₂	*Калмыков Г. С.
5	Нижнеомринская-82	929	D ₂ dzr	0.60	МК ₁	Степанов Ю. В.
6	Нижнеомринская-82	1099	D ₂ kv	0.58	МК ₁	Степанов Ю. В.
7	Нижнеомринская-431	1122	D ₂	0.82	МК ₂	Степанов Ю. В.
8	Нижнеомринская-1	1005	D ₂	0.67	МК ₂	Степанов Ю. В.

*Данные отражательной способности взяты из работы Г. С. Калмыкова, В. Н. Летуневского [6].

Реконструкция палеоглубин свидетельствует о значительном размыве отложений: от 300–400 до 800–1000 м на заключительных этапах развития бассейна. Градиенты ОСВ ($R_o/\text{км}$) изменяются от 0.46 до 0.41 на Омра-Сойвинском поднятии, за его пределами, в районе Троицко-Печорской и Джебольской площадей, градиент снижается до величин 0.3, а на северо-запад повышается до 0.48–0.5. Изменения градиента по латерали соответствуют опубликованным данным по древним платформам [3]. На антеклизах древних платформ катагенетический ряд имеет сокращенную мощность (ПК–МК₁ – 1.5–2 км), а в пределах впадин растянут по мощности. Полученные данные могут отражать проявление неравномерности температурного режима недр в различных тектонических областях девонского бассейна и изменение толщины вертикальной катагенетической зональности в девонских толщах. Ранее проявление трех типов зональности (сокращенной, умеренной и растянутой) было

отмечено в пермских отложениях [4, 5]. Растигнутая катагенетическая шкала характерна для краевого прогиба, сокращенная — для стабильных условий платформ. В девонских толщах отмечается аналогичная тенденция. На Омра-Сойвинском поднятии установлена умеренно сокращенная шкала катагенеза. Средний градиент ($R_o/\text{км}$) составляет $\sim 0.42 \pm 0.01\%$. На рис. 1 показан профиль катагенетических разрезов с четырьмя катагенетическими зонами: ПК₃, МК₁, МК₂, МК₃. Исследования показали неполный ряд катагенетической шкалы. В пределах Омра-Сойвинского поднятия осадочные отложения не вышли из зоны нефтегенерации (конец нефтегенерации $R_o = 1.3\%$). На западе, в пределах Войвожской и Нибельской площадей, катагенез ОВ осадочных толщ заканчивается стадией МК₂. При этом толщи девона испытывали термические условия стадии МК₁, а стадия МК₂ проявляется в толщах нижнего ордовика, которые непосредственно подстилают эйфельские отложения. На

Нижней Омре катагенетический разрез наращивается стадией МК₃, которая охватывает в основном отложения нижнего и среднего ордовика. В зоне МК₂ находятся отложения ордовика, силура и эйфельского яруса среднего девона на востоке. Гипсометрическое положение изореспледнд, фиксирующих границы стадиальных зон, практически выдерживается на одном уровне, за исключением скважин 473, 418. По этим скважинам разбивка производилась по пиролитическим и химико-битуминологическим данным (рис. 2). Результаты массовых химико-битуминологических исследований (лаборатории Ухтинской экспедиции) показывают, что распределение содержания органического углерода ($C_{\text{опр}}$) и хлороформенного битумоида (ХБ) в породах скважин 408, 418, 473 неравномерное. Повышенная концентрация $C_{\text{опр}}$ (от более 2 до 8–10 %) и высокий выход ХБ приурочены к доманиковым, сирабайским и тиманским отложениям. В узком стратиграфическом интервале сосредоточены богатые и очень богатые нефтегазоматеринские породы (НГМП). В остальной части разреза развиты бедные и средние НГМП. До глубины 750–800 м выход битумоидов и содержание в них метанонафтеновых УВ незначительные, соответствующие содержанию ХБ в зонах протокатагенеза. Высокий коэффициент нечетности высокомолекулярных п-алканов ($K_{\text{нч}} C_{24} - C_{31}$ 1.5–2) свидетельствует о незрелом характере битумо-

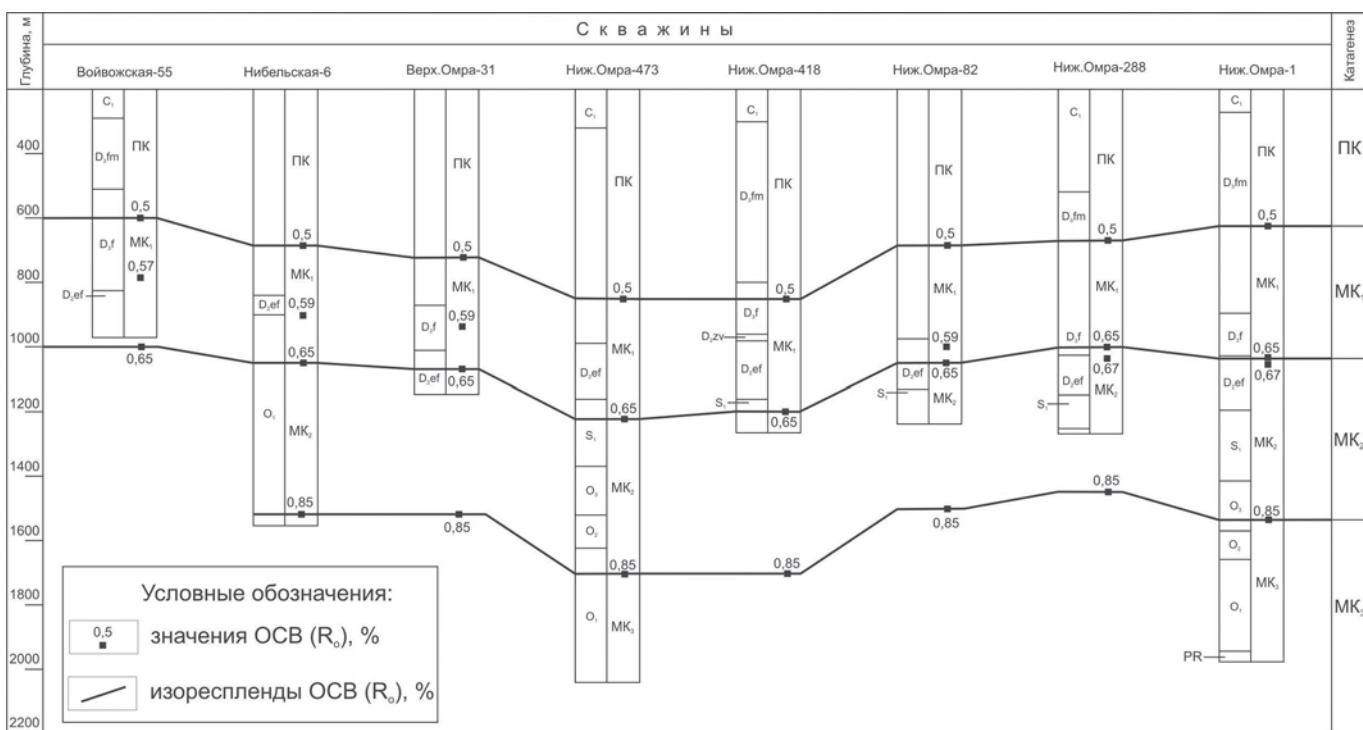


Рис. 1. Профиль катагенетических разрезов Омра-Сойвинского района

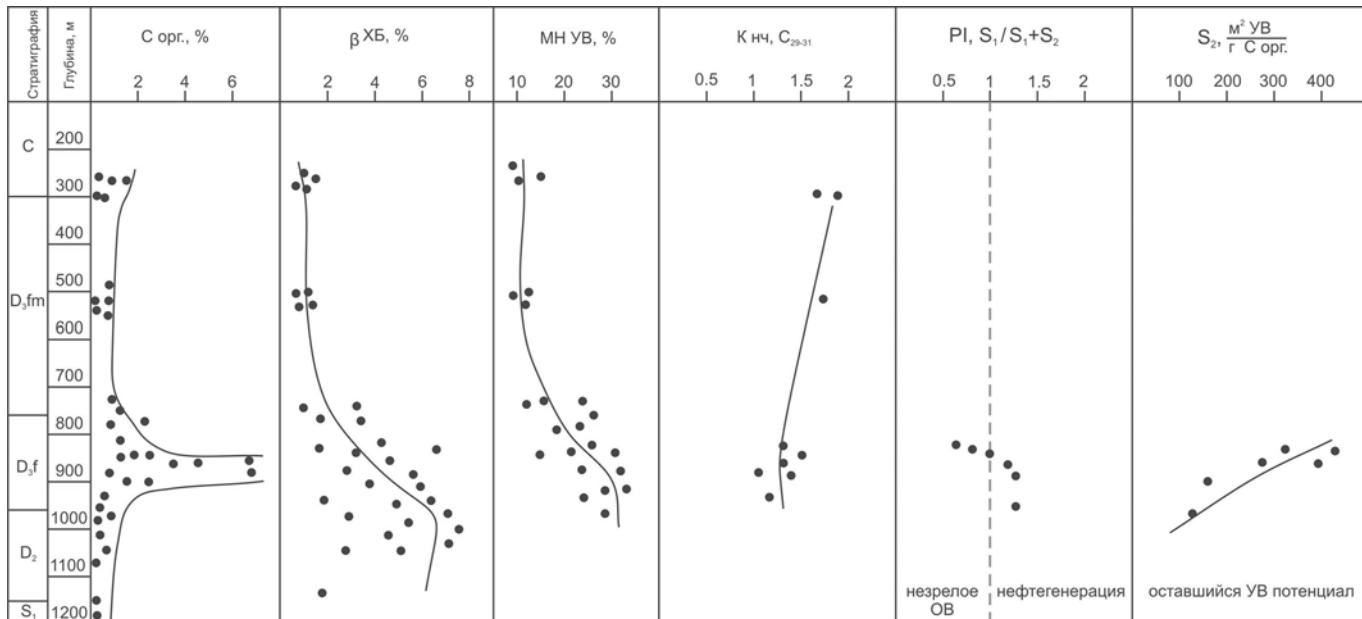


Рис. 2. Изменение геохимических показателей по разрезу скважин 408, 418, 473 в Нижнеомринском районе (составили О. В. Валяева, Л. А. Анищенко)

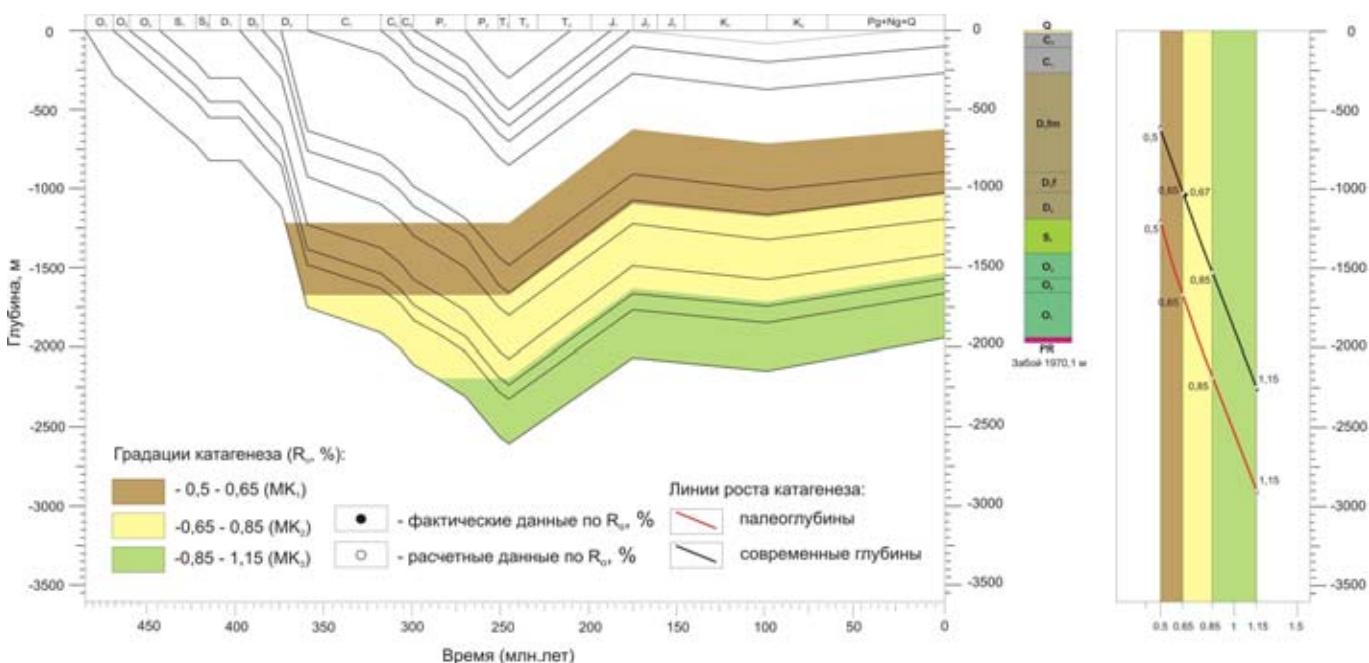


Рис. 3. Модель погружения и катагенеза пород по скважине 1-Нижняя Омра (составили Л. А. Анищенко, И. С. Котик)

ида. Интенсивная генерация битумо-ида ($\beta_{\text{ХБ}} 6-8 \%$) отмечается с глубин 750–800 м. Аналогичные глубины зафиксированы пиролитическим методом (Rock-Eval, ВНИГНИ) по показателям степени превращенности ОВ ($PI = S_1/S_1+S_2; T_{\max} = 430^\circ\text{C}$). Величины $PI = 0.1$ и $T_{\max} = 430^\circ\text{C}$ отбивают начало зоны нефтегенерации (стадию MK_1). Аргиллиты доманика (скв. 473, 418) по величинам коэффициента превращенности являются незрелыми ($C_{\text{опр}} 4.1-8.2 \%$; $PI 0.05-0.07$; $T_{\max} 423-427^\circ\text{C}$). Аргиллиты саргаевских отложений вступили в зону нефтегенерации ($C_{\text{опр}} 0.7-2.5 \%$; $PI 0.12-0.13 \%$). В зону газоконденсатогенерации слан-

цы доманика вступили к востоку от Омра-Сойвинского района на Джебольской и Троицко-Печорской площадях (скв. 1-Троицко-Печорская, 18-Джебольская). Здесь доманик залегает на глубинах 2500–2570 м и получены соответствующие величины преобразованности ($PI 0.3-0.37; T_{\max} 439-445^\circ\text{C}$). Самые высокие значения УВ потенциала обнаружены в доманиковых сланцах ($S_1/C_{\text{опр}} 15-50 \text{ мг УВ/г } C_{\text{опр}}$; $S_2/C_{\text{опр}} 336-450 \text{ мг УВ/г } C_{\text{опр}}$). В терригенных отложениях реализованный потенциал ($S_1/C_{\text{опр}}$) не превышает 20 мг УВ/г $C_{\text{опр}}$. Еще ниже УВ потенциал материнских пород фаменских, силурийских и ордовикских

отложений с низким содержанием $C_{\text{опр}}$ и значительным окислением ОВ при длительном периоде денудации. Модели реконструкций погружения толщ и эволюции преобразования ОВ (рис. 3, 4) показали, что реализация УВ потенциала и начало нефтегазообразования приходится на позднерегионский – раннекиммерийский тектонические циклы. В этот момент на восточных участках Омра-Сойвинского района могли происходить генерация и эмиграция автохтонной нефти и поступление нефтегазоконденсатных альлохтонных флюидов из прилегающих с востока областей.

Работа выполнена при финансовой поддержке программ фундаменталь-

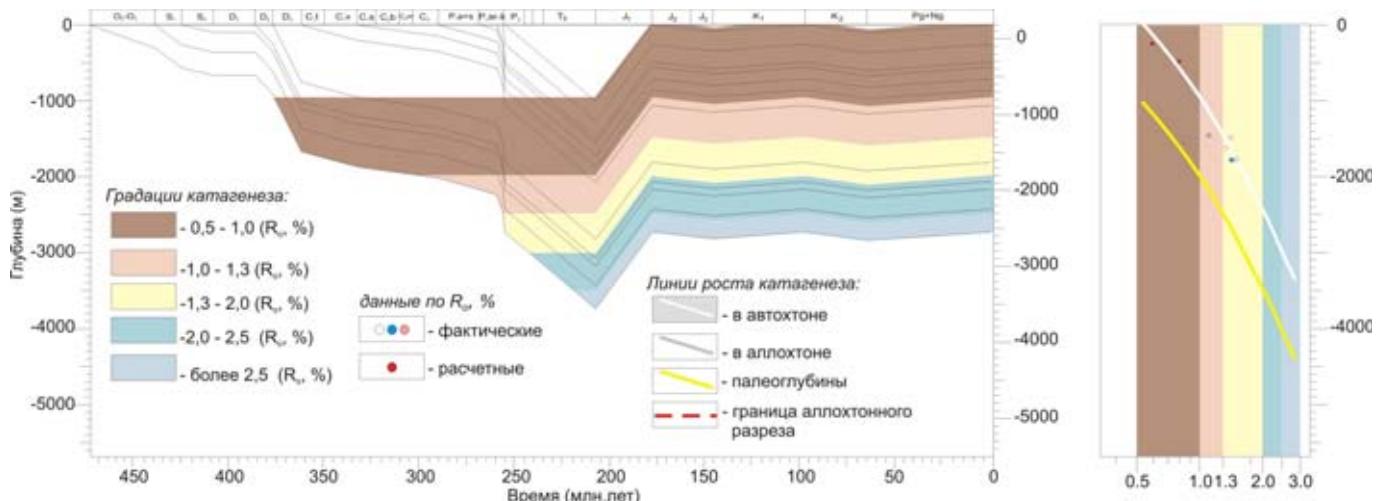


Рис. 4. Модель погружения и катагенеза пород по скв. 18-Джебольская (составили Л. А. Анищенко, С. С. Клименко)

ных исследований УрО РАН (проекты № 12-П-5-1027 и № 12-У-5-1018).

Литература

1. Неручев С. Г., Вассоевич Н. Б., Лопатин Н. В. О шкале катагенеза в связи с нефтегазообразованием // Тр. XXV сессии Междунар. геол. конгресса. Докл. сов. геол.: Горючие ископаемые. М.: Наука, 1976. С. 47–62. 2. Tucco B.,

Вельте Д. Образование и распространение нефти: Пер. с англ. М.: Мир, 1981. 501 с. 3. Катагенез и нефтегазоносность / Г. М. Парпарова, С. Г. Неручев, А. В. Жукова и др. Л.: Недра, 1981. 240 с. 4. Макаров Д. В., Мазор Ю. Р. Модель термобарического режима образования углей // ДАН СССР, 1988. Т. 302. № 1. С. 165–167. 5. Органическая геохимия и нефтегазоносность пермских отложений севера Предуральского прогиба / Л. А. Анищенко, С. С. Клименко, Н. Н. Рябинкина и др. СПб.: Наука, 2004. 214 с. 6. Калмыков Г. С., Летуневский В. Н. Стадии катагенеза и палеотемпературы по отражательной способности витринита в Тимано-Печорской провинции // Геология и нефтегазоносность северных районов Тимано-Печорской провинции. М., 1979. С. 89–97.

Рецензент д. г.-м. н. Д. А. Бушнев



Приполярный Урал. Фото А. Панфилова



УДК 552.323.6(234.852)

ПИКРИТОВЫЕ ФЛЮИДИЗАТНО-ЭКСПЛОЗИВНЫЕ БРЕКЧИИ ХАРТЕССКОГО КОМПЛЕКСА (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ)

И. И. Голубева, Т. Г. Шумилова

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

iigolubeva@geo.komisc.ru

Дана петрографическая, петрохимическая и геохимическая характеристика ультрамафитов хардесского комплекса (Приполярный Урал), описанных ранее как кимберлиты. Изучение вещественного состава пород показало их принадлежность к флюидизатно-эксплозивным брекчиям пикритового состава.

Ключевые слова: кимберлит, пикрит, эксплозивная брекчия, хардесский комплекс.

PICRITE FLUIDAL-EXPLOSIVE BRECCIAS OF HARTESSKY COMPLEX (SUBPOLAR URALS)

I. I. Golubeva, T. G. Shumilova

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

Petrological, petrochemical and geochemical characteristics of ultramafic rocks of Hartessky complex (Subpolar Urals) which earlier have been described as kimberlites are presented. The study of the mineral rock substance points to their fluidal-explosion breccias nature and picrite geochemistry.

Keywords: *kimberlite, picrite, explosive breccias, Hartessky complex*

Ультраосновные породы хардесского комплекса на Приполярном Урале вызывают интерес в связи с внешним сходством с кимберлитами, с которыми их роднит наличие большого количества округленных обломков оливина, заключенных в матриксе вторичных низкотемпературных минералов [4]. Породы данного комплекса расположены в южной части Ляпинского антиклиниория, сложенного раннепротерозойскими метаосадочно-вулканогенными отложениями хобеинской (PR_3hb) и манынской (PR_3mn) свит, перекрытыми с угловым несогласием сланцами верхнего кембрия-ордовика (рис. 1). Гипабиссальные тела видимой мощностью до 60 м с многофазным сложным строением имеют овальную форму, вытянутую в меридиональном направлении [2]. Впервые данные ультраосновные породы как кимберлиты описала Л. И. Лукьянова, опираясь на специфические химические особенности данных пород и слагающих их минералов [2]. Считалось, что хардесский комплекс является единственной достоверно определенной кимберлитовой формацией на Урале [5]. Нами проведены более детальные исследования с целью уточнения петрологических и геохимических особенностей данных пород.

Ультраосновные породы хардесского комплекса на макроуровне имеют темно-зеленый цвет, пятнистую текстуру. Многочисленные серпентинизированные овальные обломки оливина темно-зеленого цвета в количестве 60–70 % погружены в светло-зеленый матрикс вторичных минера-

лов (рис. 2). Размеры обломков в среднем составляют 1–3 (реже до 7–8) мм. На свежих сколах по полуметаллическому блеску диагностируются октаэдрические кристаллики магнетита величиной 0.1–0.3 мм, равномерно рассеянные в породе, в которой их содержание не превышает 1 %.

Петрологические особенности. Порода имеет хорошо выраженную флюидальную текстуру, обусловленную ориентированным расположением удлиненных порфиросластав оливина, обтекаемых тонкопризматическим агрегатом tremolita, реже мелкочешуйчатым серпофитом (рис. 2, а, б). Оливиновые порфиросласты имеют округлую или овальную форму с заливообразными неровными краями, реже — остроугольные очертания. Контуры порфиросластав оливина на первой стадии формирования породы подчеркнуты магнетитовым пылевидным агрегатом, образующимся при серпентинизации. Количество магнетита в замещенном оливине может достигать 30–40 %.

На следующей стадии становления массива из-за интенсивной неоднократной низкотемпературной перекристаллизации породы очертания порфиросластав оливина становятся едва заметными, сливаюсь с агрегатом вторичных минералов матрик-

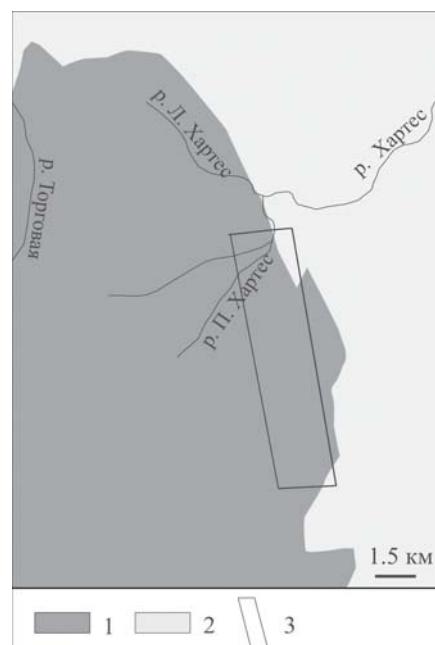


Рис. 1. Схематическая карта района работ. 1 — метаосадочно-вулканогенные отложения протерозойского возраста, 2 — сланцы палеозойского возраста, 3 — границы района работ



Рис. 2. Микрофотографии флюидизатно-эксплозивных пикритовых брекчий харцесского комплекса: а, б — округлые обломки серпентинизированного оливина; в — замещение серпентинизированных обломков оливина тальком; г — кристаллизация кальцита по псевдоморфозам оливина и в серпентинитовом матриксе; д — развитие порфиробластов кальцита в флогопитизированном матриксе. Снимок 2, б сделан без анализатора, остальные — с анализатором

са. Эксплозивный оливин претерпевает неоднократные низкотемпературные преобразования. Сначала он замещается серпентином, затем тальком (рис. 2, в). Оталькование затрагивает в одних случаях только края серпентиновых псевдоморфоз, в других — формирует микрочешуйчатый агрегат вдоль криволинейных трещин катараказа.

При последующей перекристаллизации в эксплозивной брекчии вследствие низкотемпературного метасоматоза по серпентин-тальковым псевдоморфозам оливиновых обломков развиваются кальцийсодержащие минералы — tremolit и кальцит. Данная минерализация начинается с периферии обломков и постепенно проникает во внутренние области, вплоть до полного их замещения (рис. 2, г). Границы порфирокластов постепенно теряют четкие очертания, становятся невидимыми, так как вмещающий их субстрат сложен этими же вторичными минералами. Те же самые последовательные качественные преобразования претерпевает в породе и матрикс. Мелкочешуйчатый серпен-

тин цементирующей составляющей эксплозивной брекчии постепенно замещается кальцитом и агрегатом tremolita, представленным хорошо ограненными удлиненными кристалликами с относительно крупными размерами (0.2–1.0 мм в продольном сечении). Неравномерное распределение вторичных минералов и магнетита в матриксе придает породе пятнистую текстуру. Магнетит представлен несколькими генерациями с различными морфологическими особенностями — комковатыми обособлениями, пылевидным агрегатом, хорошо ограненными октаэдрическими кристалликами. Количество кристаллического магнетита напрямую связано со степенью перекристаллизации породы.

Флюидизатно-эксплозивные процессы, сопровождающиеся минеральными преобразованиями, не прекращались на всем протяжении становления описываемых пород. Об этом свидетельствует дезинтеграция tremolитового матрикса, включающего порфирокласти псевдоморфоз по оливину. В этом случае обломоч-

ная составляющая (размер обломков до 0.15 мм) представлена как измененным оливином, так и цементирующими их tremolитовым агрегатом. На данной стадии формирования пикритовой эксплозивной брекчии при разрушении целостности матрикса появляются первые единичные чешуйки флогопита, они же отмечаются в секущих прожилках с тончайшими апофизами. Нарастающая кристаллизация флогопита (до 50 %) сопровождается развитием титан- и кальцийсодержащих минералов: grossulara, титанита, пойкилобластов кальцита. Порода полностью утрачивает первичный минеральный состав эксплозивных оливиновых ультрамафитов, напоминающих кимберлиты, но структурно-текстурные особенности, присущие данным породам, сохраняются.

В первую очередь хорошо выражены текстуры течения, подчеркиваемые струйчатым флогопитом. Мелкозернистый гранат (размеры зерен около 0.1 мм) образует агрегаты в виде цепочек, вытягивающихся вдоль флюидальности породы, обусловленной ориентированным ростом чешуек слюды. Минерал в скрещенных николях практически не погасает, что характерно для кальцийсодержащих гранатов (видимо, grossulara). Его количество в породе достигает 5 %. Текстуры флюидального течения подчеркиваются относительно крупными (до 1–2 мм) порфиробластами кальцита, группирующимися в вытянутые слойки. Кальцит кристаллизовался после grossulara, так как последний встречается в кальцитовых порфиробластах в виде цепочек, которые обуславливают гелицитовую структуру.

Флюидальное течение породы проявлялось неравномерно и имело прерывисто-поступательный характер. Об этом свидетельствуют, например, посткинематические порфиробласти кальцита, которые в спокойной обстановке образуют бухтообразные края с выростами, проникающими вглубь флогопитового пластичного текущего матрикса (рис. 2, г). В центральных частях порфиробластов отмечаются обильные включения чешуек слюды, тогда как в регенерационных отростках они отсутствуют. При возобновлении течения кластогенного вещества посткинематические порфиробласти кальцита закручиваются в пластичном слюдистом материале, теряют тонкие выросты и приобретают слаженные края. О вращении зе-



Таблица 1

Химический состав пикритовых флюидизатно-эксплозивных образований харгесского комплекса, %

Компонент	204201	607102	607103	607104	908601	908602	907801	203604	907604	502207	502209
SiO ₂	40.56	37.78	41.76	40.71	41.24	43.26	37.96	48.64	43.22	37.23	37.33
TiO ₂	0.25	0.23	0.17	0.17	0.24	0.22	0.23	0.34	0.41	0.14	
Al ₂ O ₃	6.5	4.4	3.32	4.29	4.03	3.8	3.81	4.4	5.44	12.56	4.82
Fe ₂ O ₃	6.56	4.49	6.66	7.26	6.01	5.93	5.92	3.51	7	2.73	5.64
FeO	2.74	3.41	2.24	2.22	2.59	2.47	1.78	4.39	2.8	5.08	3.25
MnO	0.11	0.16	0.13	0.21	0.13	0.13	0.14	0.16	0.12	0.11	0.12
CaO	3.76	9.22	3.99	3.11	4.53	7.38	11.18	9.22	5.6	1.73	0.75
MgO	29.36	23.73	30.69	29.79	30.4	26.75	25.71	23.73	26.42	25.7	34.19
K ₂ O	0.05	0.05	0.26	0.33	0.46	1.06	0.068	0.005	2.69	8.78	0.51
Na ₂ O	0.18	0.41	0.4	0.23	0.22	0.35	0.2	0.41	0.55	0.17	0.09
P ₂ O ₅	0.28	0.17	0.16	0.16	0.0088	0.074	0.27	0.17	0.37	0.15	0.24
п.п.п.	8.85	4.4	9.19	10.24	9.69	7.39	11.99	4.4	4.89	5.15	12.45

Примечание. В заголовках колонок цифр номера образцов.

рен кальцита свидетельствует попечное расположение в нем гелициевых включений (цепочек мелкозернистого гроссуляра) относительно текстурного рисунка течения породы. Иногда кальцит встречается в виде

остроугольных обломков со гладеными углами, разбитых многочисленными катакластическими трещинами. Увлекаемые флюидизированной текучей массой обломки катаклизированного кальцита рассыпаются на от-

дельные остроугольные фрагменты. В других случаях, подвергаясь пластичным деформациям, синкинематический кальцит образует причудливо изогнутые зерна, подчеркивающие флюидальный рисунок породы.

Титанит распределяется в породе, так же как и гранат, в виде вытянутых тонких слоек или скоплений остроугольных обломков с нечетко выраженным краем. В дальнейшем увличенный флюидизированным флогопитовым матриксом титанитовый агрегат постепенно дезинтегрируется и распадается на отдельные мелкие зернышки, рассеивающиеся в слюдистых струйках.

Флогопитовый пластичный чешуйчатый агрегат разваливается с образованием линзовидных или округлых обособлений. Вдоль трещин разваливания кристаллизуется тонкоигольчатый треполит, ориентированный длинной осью согласно флюидальности породы. Тонкоигольчатый треполитовый агрегат обтекает обломки, подчеркивая текстуры течения.

Петро- и геохимические особенности описываемых флюидизатно-эксплозивных образований харгесского комплекса (табл. 1, 2) соответствуют низкощелочным пикритам складчатых областей [3]. Для них характерны высокое содержание MgO (от 23.7 до 30.9 %), невысокая сумма щелочей. Увеличение содержания K₂O до 8.7 % объясняется появлением в породах флогопита. Но, с другой стороны, относительно высокая сумма редкоземельных элементов (21.6–45.7 г/т) соответствует платформенным пикритам [1]. В рассматриваемых пикротовых брекчиях отмечается относительно высокое содержание Ni (1023 г/т), Cr (2156 г/т), Co (81.2 г/т), Rb и Sr (соответственно 71 г/т и 212 г/т). Во флогопитизированных разновидностях

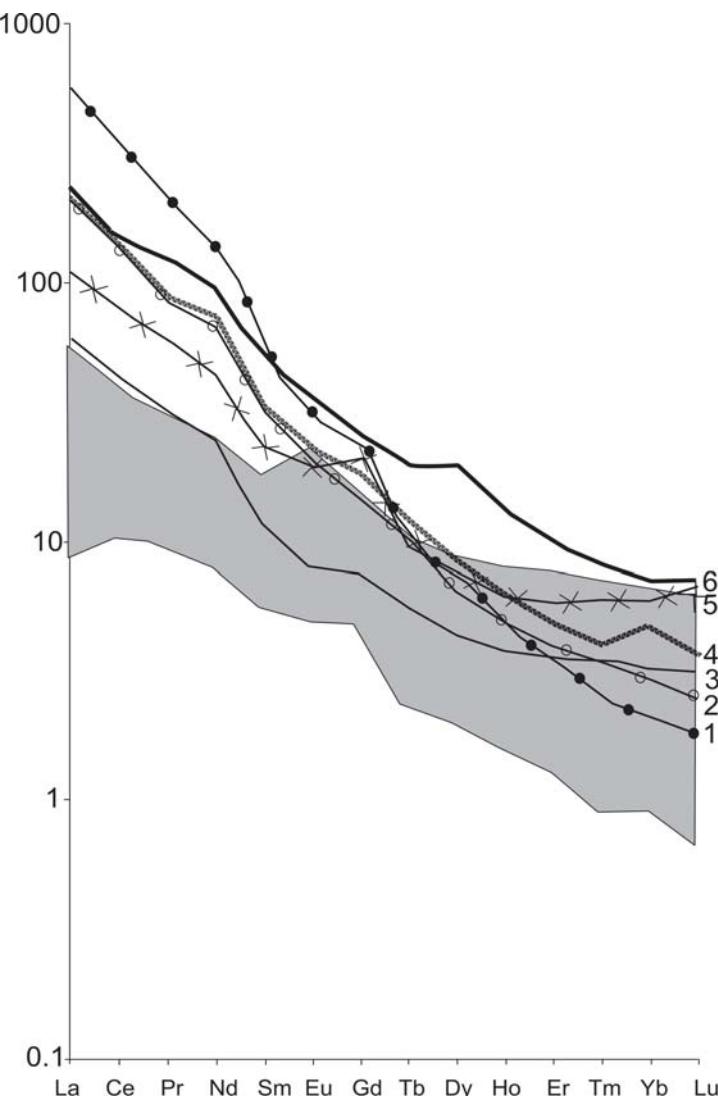


Рис. 3. Спектры распределения средних значений РЗЭ, нормированных по хондриту, в кимберлитах разных регионов [1] и эксплозивных пикратах харгесского комплекса: 1 — Канады, 2 — Якутии, 3 — Бразилии, 4—5 — Архангельской области, 6 — Тимана. Затушевано поле распределения редкоземельных элементов в пикротических эксплозивных брекчиях харгесского комплекса



**Элементы-примеси в флюидизатно-эксплозивных пикритах
харгесского комплекса, г/т**

Таблица 2

Элемент	607102	607101	607104	502207	502209	510101
Li	7.7	38.7	12.1	14.9	19.4	0.4
Be	0.61	2.0	1.3	0.6	0.5	Не обн.
B	20.2	1.7	13.9	He обн.	3.7	2.5
Sc	13.2	32.0	20.6	34.7	13.9	8.9
V	107.0	98.3	83.8	169.5	121.5	40.1
Cr	2818.8	1095.2	2620.3	2093.8	2867.5	3114.8
Co	93.7	60.7	91.6	72.1	90.0	104.3
Ni	1655.8	486.4	1431.5	522.9	1234.5	1826.7
Cu	32.4	9.6	41.5	71.2	33.7	12.0
Zn	54.9	73.7	36.6	59.9	47.3	44.0
Ga	4.7	5.1	4.6	6.3	4.5	1.1
Ge	1.4	1.4	1.4	0.9	1.2	0.9
Se	1.1	0.7	0.8	0.7	1.0	1.2
Rb	6.0	182.0	10.4	175.2	21.2	0.3
Sr	68.4	365.3	159.5	2995.6	113.9	12.7
Y	6.4	8.9	5.3	14.8	2.7	0.3
Zr	9.5	22.7	12.2	26.4	5.1	0.6
Nb	0.8	1.3	1.0	3.2	0.4	0.1
Ba	141.4	1410.0	105.7	823.3	176.2	120.9
La	4.7	6.8	5.1	17.7	2.7	0.2
Ce	9.5	15.0	15.5	31.4	8.4	0.4
Pr	1.1	2.1	1.5	3.7	1.2	Не обн.
Nd	4.6	9.8	6.4	14.9	5.3	0.2
Sm	1.1	2.7	1.7	3.4	1.1	Не обн.
Eu	0.4	1.0	0.5	1.7	0.4	Не обн.
Gd	1.5	3.8	2.0	4.2	1.2	0.1
Tb	1.2	0.4	0.2	0.5	0.1	Не обн.
Dy	1.0	1.8	1.2	2.8	0.6	0.1
Ho	0.2	0.3	0.2	0.6	0.1	Не обн.
Er	0.6	0.9	0.6	1.6	0.3	Не обн.
Tm	0.09	0.13	0.08	0.23	0.03	
Yb	0.64	0.8	0.5	1.4	0.2	Не обн.
Lu	0.1	0.12	0.06	0.2	0.02	
Hf	0.28	0.7	0.4	0.9	0.2	Не обн.
Pb	9.6	2.2	6.7	4.8	3.2	2.03
Th	0.79	1.8	0.9	1.4	0.6	0.01

Примечание. Элементы-примеси определены методом ICP MS в ИГГ УрО РАН.

пород с минерализацией гроссуляра, титанита и кальцита содержание последних сильно возрастает: Rb — 175 г/т и Sr — 2996 г/т (табл. 2). Редкоземельные спектры изученных нами пород имеют относительно крутой наклон, свидетельствующий о существенном фракционировании легких и тяжелых редкоземельных элементов (La/Yb 8–14). В породах, содержащих флогопит, гранат и титанит, суммарное количество данных элементов возрастает до 84 г/т (т. е. практически

в два раза), но значение La/Yb остается в тех же пределах, т. е., несмотря на значительную перекристаллизацию с минеральными новообразованиями в флюидизированных эксплозивных пикритах, их geoхимические характеристики сохраняются.

Для установления природы ультрамафитовых брекчий харгесского комплекса мы построили графики распределения редкоземельных элементов в кимберлитах разных регионов (Канады, Якутии, Бразилии, Ар-

хангельской области и Тимана; рис. 3). Согласно этим графикам ультраосновные породы харгесского комплекса явно отличаются от кимберлитов, характеризующихся значительным фракционированием РЗЭ (La/Yb = 29–363) и их высоким суммарным содержанием (до 151 г/т).

Таким образом, исследованные нами ультрамафиты с брекчевой структурой, принадлежащие к харгесскому комплексу, по геохимическим и петрохимическим характеристикам можно отнести к флюидизатно-эксплозивным пикритам, имеющим двойственную природу скорее всего из-за смешения мантийного вещества древней платформы и надсубдукционного орогена, поэтому о тектонических условиях образования пикритовых флюидизатно-эксплозивных судить пока сложно.

Авторы выражают благодарность Патокской ГСП ООО «Кратон» за предоставленный для исследований каменный материал.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН (проекты № 12-У-5-1026 и № 12-У-5-1023).

Литература

1. Леснов Ф. П. Редкоземельные элементы в ультрамафитах и мафитовых породах и их минералах. Новосибирск: Академическое издательство «Гео», 2007. 401 с.
2. Лукьянова Л. И., Бельский А. В. Кимберлитовый магматизм на Приполярном Урале // Советская геология, 1987. № 1. С. 93–102.
3. Магматические горные породы / Гл. ред. Богатиков А. О. Т. 5. М.: Наука, 1988. 507 с.
4. Подкуйко Ю. А., Ваганов В. И., Захарченко О. Д., Шиятый И. Н. Щелочно-ультраосновные породы Приполярного Урала как возможный коренной источник алмазов // Руды и металлы, 2002. № 4. С. 12–15.
5. Тектоническое районирование и магнеграгения Урала (аналитический обзор). М.: Геокарт. ГЕОС, 2006. 180 с.

Рецензент к. г.-м. н. К. В. Куликова



УДК 553.411(234.851+235.33)

ОСОБЕННОСТИ ЗОЛОТОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СЕВЕРА УРАЛА И ЯНО-КОЛЫМСКОГО ПОЯСА

С. К. Кузнецов¹Т. П. Майорова¹Н. А. Горячев²¹Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, kuznetsov@geo.komisc.ru, mayorova@geo.komisc.ru²Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, Магадан, goryachev@neisri.ru

Проведено сравнение особенностей золоторудных месторождений северного фланга Уральского (южная часть Полярного и Приполярный Урал) и Яно-Колымского орогенных поясов. Показано, что при определенном сходстве минеральных ассоциаций месторождений золото-кварцевого типа этих поясов существенные различия заключаются в развитии на севере Урала палладий-платинового профиля золотых руд, обусловленного общей фемически-салической металлогенической специализацией, и опосредованном мантийном происхождении платиноидов в этих рудах. Последние находки платиноидных фаз в ряде золоторудных месторождений Яно-Колымского пояса, как «черносланцевого» типа, так и связанных с гранитоидами, ставят вопрос о мантийном влиянии на процессы формирования орогенных месторождений золота в типично коровой Яно-Колымской металлогенической провинции.

Ключевые слова: золоторудные месторождения, минеральные ассоциации, geoхимическая специализация, палладий-платиноидная минерализация, металлогенический профиль, орогенные пояса.

PECULIARITIES OF GOLD DEPOSITS OF NORTHERN URALS AND YAN-KOLYMA BELT

S. K. Kuznetsov, T. P. Mayorova, N. A. Goryachev

¹Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar²North-East Interdisciplinary Institute FEB RAS, Magadan

The peculiarities of gold deposits of northern wing of Ural (southern part of Polar and Subpolar Urals) and Yan-Kolyma orogenic belts have been compared. It is shown that despite certain similarities of mineral associations of gold-quartz deposits from these belts, there are considerable distinctions observed in the development of palladium-platinum profile of gold ores in the Northern Urals, resulted from general femic-salic metallogenetic specialization and mediate mantle genesis of platinoides in these ores. The latest findings of platinoid phases in a number of gold deposits of Yan-Kolyma belt of both «black shales» type, and granitoid-related, put a question about mantle influence to the process of formation of orogenic gold deposits and in typically crustal Yan-Kolyma metallogenetic province.

Keywords: gold deposits, mineral association, geochemical specialization, palladium-platinoid mineralization, metallogenetic profile, orogenic belts

В орогенных поясах разной геодинамической природы минеральные ассоциации руд орогенных месторождений золота и их металлогенические ассоциации различны, что показано на примере мезозойских золоторудных месторождений востока Азии [4]. В этой связи представляет интерес сравнение минеральных ассоциаций золоторудных месторождений высокопродуктивных на золото мезозойских орогенных поясов с месторождениями северного фланга палеозой-

ского Уральского орогенного пояса. Особенность это важно в свете выявления в ряде мезозойских золоторудных месторождений востока Азии платиновой минерализации [6].

В пределах северного фланга Уральского орогенного пояса (южная часть Полярного и Приполярный Урал) золотое оруденение локализуется преимущественно в периферических частях поперечных поднятий, среди сланцев среднерифейско-раннеордовикского возраста, реже в вул-

каногенно-осадочных породах позднего рифея-венда, и контролируется крупными тектоническими нарушениями при отсутствии явной связи с близко- и одновозрастным магматизмом. Общая протяженность золотоносной полосы составляет несколько сотен километров при ширине не более 20–30 км.

Золоторудные месторождения орогенного Яно-Колымского пояса локализуются в терригенных отложениях верхоянского комплекса (кар-



бон–юра), метаморфизованных в фации зеленых сланцев, и образуют протяженную (более 1000 км) полосу шириной до 150–200 км в его центральной части, тесно ассоциируя с орогенным гранитоидным магматизмом, датируемым 150 ± 3 млн лет [1] (табл. 1). В Яно-Колымском орогенном поясе золоторудные месторождения разделяются на три типа: 1) золото-сульфидно-вкрашенный в терригенных толщах, 2) золото-кварцевый в терригенных толщах и малых интрузивных телах, 3) золото-висмутовый (золото-редкометалльный), генетически связанный с гранитоидами [3, 4]. На севере Уральского орогенного пояса основные месторождения и рудопроявления золота относятся к золото-кварцевой, золото-сульфидно-кварцевой, золото-сульфидной, золото-платиноидной и золото-редкометалльной формациям [7, 12, 13, 15].

На севере Урала проявления золото-кварцевой и золото-сульфидно-кварцевой формаций отличаются простым минеральным и геохимическим обликом. Для них характерен золото-полиметаллический тип руд (табл. 2). Золото преимущественно умеренно высокопробное и высокопробное. Геохимический облик — Pb, Zn (Fe, Cu, As).

Золото-сульфидная формация включает два минеральных типа — золото-арсенопирит-пиритовый и золото-медно-палиевый. Проявления первого типа также имеют простой минеральный состав, но в них главными являются минералы железа (табл. 2). Однако их геохимический облик более разнообразен за счет присутствия таких минералов, как блеклые руды (теннантит-тетраэдрит), ауростигбит и самородный висмут. Золото двух генераций отличается большим разбросом пробности — от высокопробного и умеренно высокопробного (преобладает) до кюстелита [9]. Геохимический облик — Fe, As (Cu, Zn, Pb — Bi, Sb).

Золото-медно-палиевый минеральный тип занимает особое положение, так как оруденение локализовано в ультрабазитах [13, 15]. Главными минералами являются халькопирит и борнит, второстепенными — пирротин, кубанит, пентландит. Минералы благородных металлов находятся в тесной ассоциации с сульфидами меди, имеют микронные размеры и представлены группой интерметаллидов в системах Au—Cu, Au—Pd—Cu и Au—Ag, а также соединениями Pd с Te, Bi и Sb. Пробность золото-медных и золото-серебряных фаз варьируется от низкопробного золота до кюстелита [13, 15]. Геохимический облик — Cu (Fe, Co, Ni — Pd, Pt, Bi, Te, Sb, As).

Главным рудным минералом золото-платиноидной формации является золото, с которым ассоциируются минералы платиновой группы — мертиит, атенеит, сперрилит, стибиопалладинит, самородная платина и редкие минералы (табл. 2). Основным жильным минералом является фуксит, редки кварц, альбит и кальцит. Состав золота изменяется от весьма высокопробного до электрума, преобладает высокопробное и умеренно высокопробное золото. Характерными элементами-примесями в золоте являются медь и палладий, реже отмечается ртуть. Геохимический облик — Au, Pd (Sb, As, Ag — Cu, Hg, Mo, Bi).

Проявление золото-редкометалльной формации представлено золото-серебро-висмут-теллуридным минеральным типом [7, 10]. Главными рудными минералами являются халькоzin, борнит и халькопирит, второстепенными — пирит и галенит (табл. 2). В тесной ассоциации с халькопиритом установлены субмикронные включения теллуридов золота, серебра, висмута (петцит, эмпрессит, кавацулит). Золото высокопробное. Геохимический облик — Cu (Au, Ag, Bi, Te, Se — Zn, Mo, W, Pb).

В Яно-Колымском поясе золото-кварцевые месторождения подразделяются: на золото-мышьяк-сульфидные с Au—As—S—Fe—Cu—Ni—Co геохимической специализацией (Дегдекан) и собственно золото-кварцевые (колымский тип) с Au—As—Sb—S—Pb—W—Fe специализацией (Имтаchan, Утинское, Жданное, Светлое, Наталка, Павлик, Ветренское), золото-висмутовые (золото-редкометалльно-кварцевый тип) с Au—As—Bi—S—Te—Se—Sb—Ni—Co—W—Mo—Cu—Fe специализацией (Эргелях, Чистое, Малыш-Дубач, Чепак) и золото-серебро-кварцевые с Au—Ag—Sb—S—Pb—As специализацией (Школьное, Кысылага, Юхонджа) [3]. Особенностью золото-кварцевого типа является наличие переходов к золото-мышьяк-сульфидному, что характерно для крупнейших месторождений Наталка и Павлик, локализованных в так называемых «черносланцевых» толщах. В последнее время на месторождениях всех указанных типов установлены повышенные концентрации платиноидов [2, 16], вплоть до находок минералов платиновой группы (см. табл. 2) [6, 17].

Для большинства золоторудных проявлений севера Урала характерен относительно узкий диапазон вариаций изотопного состава серы сульфидов с преобладанием тяжелого изотопа ($2.9 \div 15.7\%$), и лишь одно отличается облегченным изотопным составом серы ($-0.5 \div -8.0\%$) [11]. Предполагается, что в процессах рудообразования основную роль играл коровый источник серы, которая была заимствована из вмещающих метаосадочных и основных вулканогенных пород. Изотопные «мантийные метки» редки и слабо проявлены. Сера сульфидов золото-кварцевых жил Яно-Колымского пояса имеет явно облегченный изотопный состав ($1.5 \div -15\%$), при этом максимально обогащены легким изотопом арсено-

Таблица 1

Сравнительная характеристика геологической позиции золоторудных месторождений севера Урала и Яно-Колымского пояса		
Признаки	Север Урала	Яно-Колымский пояс
Вмещающие породы	Хлорит-серicitовые сланцы зеленосланцевой фации метаморфизма (R_2-O_1), вулканогенно-осадочные породы ($R-V$)	Терригенные отложения верхоянского комплекса (C_3-J_2): песчаники, алевролиты и глинистые сланцы
Метаморфизм	Интensивный метаморфизм амфиболитовой и зеленосланцевой фации в гранито-метаморфических куполах; изометричные ареалы зеленосланцевой фации	Сочетание линейных и изометрических ареалов зеленосланцевой фации, до признаков эпидот-амфиболитовой, образующих единый пояс зонального метаморфизма
Характер и возраст (млн лет) магматизма	Интensивный гранитоидный магматизм I-типа (695–498), A-типа (564–498) [8]	Интensивный гранитный магматизм S- и I-типов (155–148) [11]
Типы и возраст (млн лет) золото-кварцевых жил	Позднесинтектонические? (240–297)	Раннесинтектонические слабозолотоносные; позднесинтектонические: I этап (145–135), II этап (128–115); посттектонические (менее 115)



Таблица 2

Минеральный состав месторождений золота северного фланга Уральского и Яно-Колымского орогенных поясов

Тип месторождения	Минералы			Примеры месторождений
	главные	второстепенные	редкие и очень редкие	
Уральский орогенный пояс (северный фланг)				
Золото-кварцевый, золото-сульфидно-кварцевый	Сфалерит, галенит	Пирит, пирротин, халькопирит, борнит	Алтант?, тенантит?	Тыкотловское Дальнее Караванное Синильга
Золото-сульфидный: золото-арсенопиритовый (пиритовый) подтип	Арсенопирит, пирит	Халькопирит, сфалерит, галенит	Тенантит-тетраэдрит, ауростибит, висмут самор.	Верхненияжское Нияхское Лемвинское
Золото-сульфидный: золото-медно-пallадиевый подтип	Халькопирит, борнит	Пирротин, кубанит, пентландит, золото	Купроаурид-аурокуприд, Au-Pd медь, Au — серебро, мертиит, меренскит, майченерит	Озерное
Золото-пallадиевый	Золото	Мертиит, атенеит, сперрилит, Pd, Pt, стибиопалладинит, стиллуотерит (?)	Халькопирит, молибденит, акантит, пиараэрит, серебро самор. цинкохромит	Чудное
		Золото, атенеит		Нестеровское
		Золото, Pd-содержащее золото		г. Маяк
Золото-редкометалльный: золото-серебро-висмут-теллуридный подтип	Хальказин, борнит, халькопирит	Пирит, галенит	Петцит, эмпрессит, кавацулит	р. Кожымъю
Яно-Колымский орогенный пояс				
Золото-сульфидно-вкрапленный	Арсенопирит, пирит	Пирротин, халькопирит, галенит, сфалерит	Геродорфит, золото самор., селениды Au, Ag, рутениидосмин, лаурит, иридарсен, осмий	Дегдекан, Павлик
Золото-кварцевый	Арсенопирит, пирит	Галенит, сфалерит	Сульфосоли Pb и Cu, халькопирит, блеклые руды, шеелит, золото самор., антимонит, гессит, селениды Au и Ag	Утинское, Светлое, Жданное, Ветренское, Наталка, Школьное, Штурмовское, Игумновское
Золото-висмутовый	Арсенопирит, леллингит	Пирротин, вольфрамит, Bi самор., висмутин, галенит	Шеелит, теллуриды и сульфотеллуриды Bi, золото самор., мальдонит	Эргелях, Чистое, Малыш-Дубач, Приисковое

пириты золото-висмутовых (золото-редкометалльно-кварцевых) жил ($-8 \div -14.2\%$), связанных с гранитоидами [5]. Эти данные указывают на существенно коровье происхождение серы яно-колымских орогенных месторождений золота [4].

Сравнительный анализ золото-рудных проявлений и месторождений севера Урала и Яно-Колымского орогенного пояса показывает, что, при некотором сходстве минеральных ассоциаций золото-кварцевой и золото-редкометалльной минерализации, север Урала отличается большим разнообразием их вещественных типов. Существование собственно золото-кварцевого, золото-серебро-кварцевого и золото-редкометалльно-кварцевого минеральных типов золото-кварцевых

жил Яно-Колымского орогенного пояса обусловлено его сиалическим металлогеническим профилем, тогда как для севера Урала как фрагмента Уральской складчато-надвиговой системы с длительной историей развития преобладающим является фемически-сиалический профиль с резкой дифференциацией по фемической и салической составляющим в отдельных мегазонах и их участках [14]. Это определяет металлогеническую специфику ряда золоторудных проявлений и месторождений. Такая специализация уральского пояса находит свое отражение в существенной платиноносности орогенных золотых руд с их палладий-платиновым профилем. Это, несомненно, обусловлено влиянием вмещающих и подстилающих мафических

пород мантийного генезиса, т. е. определенным мантийным происхождением платиноидов в орогенных рудах золота. В то же время явно коровье сиалические месторождения золота Яно-Колымского пояса также обладают повышенной платиноносностью [2, 16], с находками минеральных фаз как в «черносланцевых», так и в золото-висмутовых рудах, связанных с гранитоидами [17]. Это позволяет ставить вопрос о мантийном влиянии на процессы формирования орогенных месторождений золота в типично коровьих металлогенических провинциях. С другой стороны, ассоциации минералов платиновой группы с золотом и сопутствующими ему минералами гидротермального генезиса свидетельствуют о высокой активности платиноидов в



относительно низкотемпературных гидротермальных условиях не только в благоприятных исходных средах (переотложение из мафических пород), но и в сиалических гранитоидных рудно-магматических системах, что требует дальнейшего исследования.

Работа выполнена при поддержке программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 12-С-5-1006 и ДВО РАН, проект 12-II-УО-08-017.

Литература

1. Акинин А. В., Прокофьев А. В., Торо Х. и др. U–Pb SHRIMP возраст гранитоидов Главного батолитового пояса (Северо-Восток Азии) // Докл. РАН, 2009. Т. 426. № 2. С. 111–116.
2. Гончаров В. И., Ворошин С. В., Сидоров В. А. и др. Платиноносность золоторудных месторождений в черносланцевых толщах Северо-Востока: проблемы и перспективы // Платина России: Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. М.: Геоинформмарк, 1995. Т. 2. Кн. 2. С. 156–161.
3. Горячев Н. А. Золоторудообразующие системы орогенных поясов // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2006. № 1. С. 2–16.
4. Горячев Н. А. Орогенные месторождения золота как металлогенические индикаторы происхождения складчатых поясов // Фундаментальные проблемы геологии месторождений полезных ископаемых и металлогенеза. М.: МАКС Пресс, 2010. Т. 1. С. 81–90.
5. Горячев Н. А. Происхождение золото-кварцевых жильных поясов Северной Пацифики. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2003. 143 с.
6. Горячев Н. А., Соцкая О. Т., Горячева Е. М. и др. Первая находка минералов платиновой группы в черносланцевых золотых рудах месторождения Дегдекан на Северо-Востоке России // Докл. РАН, 2012. Т. 439, № 1. С. 79–82.
7. Кокшаров А. А., Сокерин М. Ю., Сокерина Н. В. и др. Минералогия и геохимия золото-кварцевой минерализации верховьев р. Кожымью (Северный Урал) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН, 2010. № 8. С. 5–10.
8. Кузнецов Н. Б., Соболева А. А., Удоратина О. В., Герцева М. В. Доордовикские гранитоиды Тимано-Уральского региона и эволюцияprotoуралид-тиманид. Сыктывкар: Геопринт, 2005. 100 с.
9. Кузнецов С. К., Майорова Т. П., Сокерина Н. В., Филиппов В. Н. Золоторудная минерализация Верхненияуского месторождения на Полярном Урале // Записки РМО, 2011. Ч. СХХХХ. № 4. С. 58–71.
10. Кузнецов С. К., Сокерина Н. В., Филиппов В. Н., Сокерин М. Ю., Жарков В. А. Минералы селена в золотоносных жилах севера Урала // Докл. РАН, 2012. Т. 442. № 3. С. 390–393.
11. Майорова Т. П. Изотопно-геохимические особенности золоторудных месторождений севера Урала // XIX симпозиум по геохимии изотопов им. В. П. Виноградова: Тезисы докладов / ГЕОХИ РАН. М.: Акварель, 2010. С. 247–250.
12. Майорова Т. П. Условия формирования золоторудной минерализации севера Урала // Золото северного обрамления Пацифика: II Международный горно-геологический форум, по-
- священный 110-летию со дня рождения Ю. А. Билибина: Тезисы докладов горно-геологической конференции. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2011. С. 136–138.
13. Медно-золото-палладиевая минерализация в ультрабазитах Полярного Урала / С. К. Кузнецов, С. А. Онищенко, В. Г. Котельников, В. Н. Филиппов // Доклады РАН, 2007. Т. 414. № 1. С. 67–70.
14. Основные черты геологического строения и минерально-сырьевой потенциал Северного, Приполярного и Полярного Урала / Ред. А. Ф. Морозов, О. В. Петров, А. Н. Мельгунов. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2010. 274 с.
15. Платинометаллическая минерализация в рудах проявления Озерное (Полярный Урал) / А. М. Пыстин, Ю. И. Пыстин, И. Л. Потапов, В. Н. Филиппов // Структура и разнообразие минерального мира: Материалы Международного минералогического семинара. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2008. С. 176–177.
16. Goryachev N. A. Granitoid-related and granitoid-hosted Au lode deposits of northeast Asia // Ores and Orogenesis. A Symposium Honoring the Career of William Dickinson. Program with Abstracts. Monday September 24 – Sunday September 30, 2007. Tucson, Arizona. P. 106.
17. Goryachev N. A., Sotskaya O. T., Goryacheva Ye. M. and Mikhalitsyna T. I. Platinum-Group Minerals in Orogenic Gold Ores of Far East Russia // LIMA 2012 XVI Peruvian Geological Congress & SEG 2012 Conference, 2012. SEG Abstracts CD, Abstract № 41.

Рецензент к. г-м. н. Ю. В. Глухов



Кар на хр. Малдынырд. Фото А. Шумахера



О 34-М МЕЖДУНАРОДНОМ ГЕОЛОГИЧЕСКОМ КОНГРЕССЕ, СТЕКЛЯННЫХ ГОРАХ И ПЕСЧАНЫХ ЗАМКАХ

(EARTH FIRST. WE'LL MINE THE OTHER PLANETS LATER)*

Австралия не первый раз проводит Международный геологический конгресс (МГК), привлекая внимание к геологическим проблемам стран Океании (или Австралазии). В 1976 г. состоялся МГК в Сиднее. Международные геологические конгрессы начиная с 1878 года (Париж, Франция) проводятся раз в четыре года, меняя континенты и полушария Земли.

Главным спонсором и организатором проведения МГК-34 выступил Международный союз геологических наук (IUGS), а непосредственным исполнителем Австралийский Совет по геологическим наукам, привлекший в число спонсоров представителей промышленности, исследовательских организаций и научных обществ, правительственные учреждения, активное участие в организации принимала Новая Зеландия.

Брисбен — очень привлекательный город для проведения различного рода конференций. В августе в Брисбене комфортная зимняя погода



(дневная температура +21 °C), кроме того штат Квинсленд имеет свои геотуристические особенности. Брисбен — третий по величине город Австралии (после Сиднея и Мельбурна). Город был назван так в 1821 г. в честь вы-

ходца из Шотландии Томаса Макдугала Брисбена — губернатора колонии «Новый Южный». В настоящее время Брисбен представляет собой смешение современного мегаполиса с коло-

представителей местной фауны: различного рода сумчатым (от кенгуру до опоссумов), пеликанам, разноцветным попугаям и другим животным, все они являются такими же полноп-



Делегация Института геологии: заместитель директора к. г.-м. н. И. В. Козырева, директор института академик А. М. Асхабов, Т. С. Асхабова (сопровождающее лицо), ученый секретарь д. г.-м. н. О. Б. Котова

ниальным городом. В его архитектуре сочетаются викторианские церкви с пальмами, высаженными перед фасадами небоскребов.

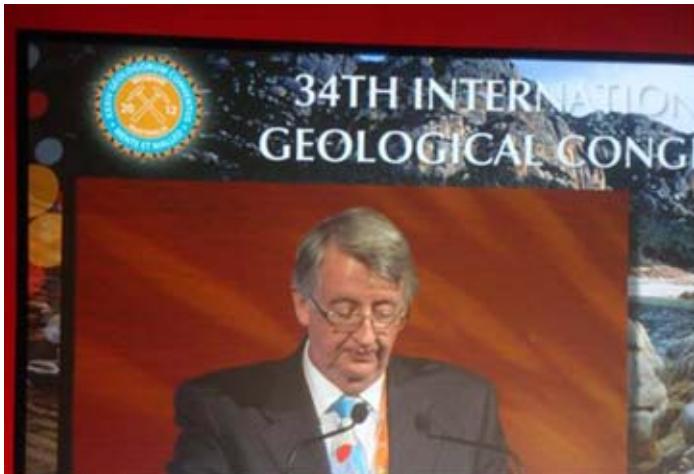
Несмотря на громадные размеры и миллионное население, жизнь в городе протекает спокойно и размеренно. Обилие парков и зеленых зон в городе позволяет жить здесь множеству

равными жителями города, как и люди.

Располагается город Брисбен в устье одноименной реки совсем недалеко от океана. В паре часов езды от центра города на север находится город-спутник «Солнечное побережье», а примерно в часе езды на юг другой город-спутник «Золотое побережье».



* Надпись на плакате одного из представительств на выставке GEOEXPO, проходившей в рамках МГК-34



Comparable in size with Oslo's 33rd IGC in 2008,
yet contrasting international economic mood
IGC Ties and Scarves key marketing function

Professional Development Workshops – 24
Field trips - 29
GeoExpo Exhibitors – 283 spaces
Presentations – 3232

Excellent plenary speakers and
scientific program with few gaps

Открытие конгресса. Выступление Президента МГК-34 Н. Виллиамса (N. Williams) и презентация

На 34-м МГК приняли участие 6012 делегатов из 112 стран. Потрясающее большое число участников, если учесть международные экономические проблемы и большие расстояния, которые пришлось преодолеть многим участникам. Согласно официальному списку больше всего было представителей Австралии (1729), в делегации Китая было 684 человека, Россия по численности участников (258) заняла третье место, Соединенные Штаты Америки — четвертое (239).

Девизом МГК—2012 стал лозунг: «Unearthing our Past and Future — Resourcing Tomorrow» (Геологические исследования как источник геологических корней нашего прошлого и будущего), который демонстрирует решающую роль геологических исследований для удовлетворения потребностей человечества энергией, минералами, водой и для выживания в таких природных катастрофах, как землетрясения, цунами, извержения вулканов и наводнения.

Научная программа включала 3712 устных и 1469 стендовых докладов, отразивших полный спектр со-

временных геологических исследований. Основная часть программы конгресса, включая 15 пленарных докладов, показала важность проблем энергетических и минеральных ресурсов (в том числе грунтовых вод) в экономике Австралии — самом сухом континенте на Земле (кроме Антарктиды).

На пленарных докладах было отмечено, что к 2050 году население Земли превысит 9 миллиардов и более половины людей будут проживать в городах. Возрастет потребление природных ресурсов, необходимы новые источники минеральных ресурсов и новые технологии их добычи. Рост населения может привести к недостатку воды во многих частях мира. Водоснабжение уже является главной задачей во многих странах вследствие изменений климата и уменьшения водных ресурсов при возрастающем их потреблении. От успеха решения этих проблем зависит здоровье людей, надежность пищевого обеспечения населения и состояние окружающей среды.

Большое внимание было удалено теме «Земля и человек: жизнь на беспокойной планете». Ученые Иайн

Стюарт (Англия) и Ренато Солидум (Филиппины) отметили, что растущее население мира, особенно в развивающихся странах, находится в зоне потенциального риска природных катастроф. Докладчики показали, как человек адаптировался к жизни рядом с возможными источниками природных катастроф: вулканами, сейсмически опасными районами, районами цунами и наводнений.

Климат Земли, проблема глобального изменения климата, уровня моря, уровня CO₂ и температур, геобиосферной обратной связи нашли отражение в пленарных лекциях ученых из Новой Зеландии и Австралии.

Особой популярностью пользовалась тема «Цифровая Земля — информационный взрыв». Спикеры из Германии, Новой Зеландии и Австралии продемонстрировали «цифровую революцию и информационный взрыв»,



Церемония открытия. Танец аборигенов



Аниматоры на вечернем приеме участников МГК-34



которые формируют приоритетные научные направления и прикладное значение наук о Земле. Быстрый прогресс в мониторинге и технологиях измерений в реальном времени, интернет-технологиях и передаче данных значительно расширяют масштаб геологических и геопространственных данных до глобального уровня, делают их доступными и моментальными. Расширенная информационная база в сочетании с возрастающим пониманием глобальных геологических процессов становится жизненно необходимой для правительства и мирового сообщества в целом. Речь шла о проблемах удаленного зондирования, 4D геологии с GPS сетями, создающими четвертое измерение, о мониторинге георисков и окружающей среды, геофизических базах данных регионального и глобального уровня и о 3D геологическом картировании.



Кроме того, в повестку конгресса вошли 24 тематических семинара, 29 полевых экспедиций, 283 экспозиционных места на выставке «ГеоЭкспо». Особым вниманием пользовался Международный геологический конгресс молодых ученых-геологов, который проходил в рамках МГК–34. О широте обсуждаемых проблем свиде-



тельствует научная программа конгресса с перечисленными темами:

1. Geoscience for Society;
2. Geoscience Benefiting Low Income Countries;
3. Climate Change: Lessons from the Past; Implications for the Future;
4. Environmental Geoscience;
5. Geoscience Information;
6. Energy in a Carbon Constrained World;
7. Mineral Resources and Mining;
8. Mineral Exploration Geoscience;
9. Mineral Deposits and Ore Forming Processes;
10. Coal - a Myriad of Resources;
11. Petroleum Systems and Exploration;
12. Unconventional Hydrocarbons — Emerging Fuels;
13. Sedimentation and Sedimentary Processes;
14. Basin Formation and Continental Margin Processes;
15. A Dynamic Earth;
16. The Deep Earth;
17. The Early Earth: Hadean and Archean Development of a Habitable Planet;
18. The Proterozoic Earth;
19. Geochronology and Isotope Geology;
20. Planetary Sciences;
21. Magmatism — Settings, Compositions and Processes;
22. Metamorphic Rocks and Processes;
23. Evolution of the Biosphere;
24. Reefs and Carbonates;
25. Marine Geoscience and Oceanography;
26. Antarctic and Arctic Geoscience;
27. Biogeoscience;
28. Groundwater/Hydrogeology;
29. Surficial Processes and Landscape Evolution;
30. Geohazards;
31. Engineering Geology and Geomechanics;
32. Geoscience Information from Proximal and Remote Sensing Technologies;
33. His-

tory of the Geosciences;

34. Major Geoscience Initiatives, Geosurveys and Maps;

35. Geostandards;

36. Regional Thematic and Specialist Symposia;

37. Alternative Concepts;

38. Minerals and related phases.



Большинство деловых встреч проходило вечером, после 19:00 (6–9 августа). Как член официальной Российской делегации на конгрессе академик А. М. Асхабов принял активное участие в научно-организационных мероприятиях МГК–34, включая работу Совета, на котором решались ключевые вопросы стратегии и тактики геологии.





Академик А. М. Асхабов. «Золотое побережье». Выход к Тихому океану

ческих конгрессов. По итогам голосования представителей стран-участниц конгресс МГК-36 будет проходить в Дели (Индия) в 2020 г. Альтернативным вариантом предлагался Ванкувер (Канада). Ранее в Осло (2008) было решено, что МГК-35 будет проходить в Кейптауне (ЮАР) в 2016 г.

На устные доклады отводилось 15 минут, включая обсуждение, ключевые доклады могли занять 30 минут. Стендовые доклады располагались в фойе Конгресс-центра и Выставочно-го центра с понедельника по четверг с 18:30–19:30, но были доступны для рассмотрения в течение всего дня. Резюме для всех докладов изданы в публикациях Конгресса в CD варианте.

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН на конгрессе был представлен делегацией в составе: директор академик А. М. Асхабов, Т. С. Асхабова (сопровождающее лицо), зам. директора к. г.-м. н. И. В. Козырева, уч-

ный секретарь д. г.-м. н. О.Б. Котова, Олег Котов (сопровождающее лицо). Кроме нас Республику Коми представляли министр природных ресурсов и охраны окружающей среды РК Ю. В. Лисин, советник НК «Нобель ойл» А. П. Боровинских, генеральный директор ООО «Усинскгеонефть» В. А. Безрук и др.

Институт геологии представил следующие доклады: Askhabov A. M. «Quatarons and formation of crystals and amorphous materials»; Kozyreva I. V.

«Features of accessory mineralization as diagnostic indicator of convenient rocks»; Kotova O. B., Vakhrushev A. V. «Minerals of thin classes of bauxites — future source of construction materials».

Участие в геологическом конгрессе в столь удаленном уголке мира, как Австралия, требует значительных финансовых затрат. Для нас, сотрудников Института геологии, они лишь частично покрылись финансовой поддержкой программы и целевой поддержкой УрО РАН. По этой причине мы были ограничены в участии в организованных конгрессом очень интересных геологических полевых экскурсиях. Программа геохоста конгресса составила 1.6 млн долларов, но она не затронула молодых ученых Европы и Северной Америки, поэтому на конгрессе, к сожалению, было очень мало молодежи, в отличие от предыдущих геологических конгрессов.

К началу геологического конгресса был опубликован специальный выпуск геологического журнала «Эпизоды» объемом более 300 страниц, посвященный геологии Океании. Вниманию читателей было представлено почти три десятка статей по



Залив Моретон. «Песчаные замки» о. Страйброк





общим вопросам геологии этого региона и описание тех объектов, на которые в рамках конгресса были запланированы полевые экскурсии (полную информацию о спецвыпуске можно получить в интернете: <http://episodes.co.in; March 2012, vol. 35, N 1>).

Стеклянные горы. При первой же возможности мы посетили национальный парк «Стеклянные горы» (Glass House Mountains), расположенный на северо-западе от Брисбена. Горы Гласс Хаус являются грядой из одиннадцати сопок вулканическо-

экспедиция к знаменитым песчаным дюнам острова Страйброк. Наша экспедиция началась 11 августа в 7.30 утра от отеля Ридгес. Мы выехали на большом автобусе в сторону Тихого океана в район морского залива Моретон. Экскурсию вел доктор Кевин Велш — преподаватель Школы Наук о Земле Университета Квинсленда. Цель нашей поездки состояла в том, чтобы посетить места, которые демонстрируют эпизоды геологической и климатической истории в развитии юго-восточной части Квинсленда.



го происхождения. Своё необычное название Стеклянные горы получили благодаря капитану Джеймсу Куку, который в 1770 г., исследуя побережье будущего Квинсленда, увидел горные пики, совершенно неожиданные в этих краях равнин и лесов. Силуэты гор напомнили Куку стеклоплавильную печь в его родном Йоркшире. Так на карте мира появились Стеклянные горы. Вершина самой высокой сопки — горы Бирвах (Mount Beerwah) — достигает всего лишь 556 м над уровнем моря. Стеклянные горы широко используются в мифологии местных аборигенов. Так, у них существует легенда, что эти горы — окаменелые герои семейной драмы. Особым уважением у них пользуется гора Тиброгарган (Mount Tibrogargan), которая похожа на великан, взирающего с берега в морскую даль. Это место считается духовно значимым для обрядов аборигенов, для проведения различных церемоний и торговли.

Песчаные замки на востоке Брисбена (остров Страйброк и залив Моретон четвертичного периода). Одной из наиболее доступных (по времени и в финансовом плане) была полевая

Моретон — большой (примерно 120 км с севера на юг и шириной 40 км) морской залив находится приблизительно в 30 км к востоку от Брисбена. Это мелководный бассейн со средней глубиной 8 м. Залив Моретон является одним из самых заболоченных мест на юго-востоке Квинсленда, благоприятным для обитания морских водорослей, многочисленных популяций дюгоней, и местонахождением самых южных коралловых рифов на восточном побережье Австралии. Восточный край залива Моретон ограничен большим песчаным островом Моретон Айленд и островом Норт-Страйброк.

Первую остановку Кевин сделал на Кливлендском голоценовом коралловом рифе (приблизительно 9:00–9:30 утра). Залив Моретон расположен вблизи границы развития кораллов на восточном побережье Австралии. Массивные колонии кораллов родов *Favia*, *Cyphastrea* и *Goniopora* явно доминируют над окружающей фауной.

Далее мы паромом добирались от Кливленда до острова Норт-Страйброк. Остров Страйброк — один из самых больших (285 км²) в мире островов песка, богатых растительностью дюн и тяжелого минерального и чис-



Знаменитый Большой Барьерный риф



Массивные колонии кораллов



Национальный парк о. Стадброк



Океан намывает кокосы с ближайших островов

того кварцевого песка, добыча которого ведется около Национального парка. Кевин отметил, что в послематериковое время на континенте шло интенсивное развитие кор выветривания (часто латеритного типа), с которыми связаны месторождения бокситов, никелевых силикатных и урановых руд. Происходило формирование прибрежно-морских пляжей с которыми связаны месторождения тяжёлых

песков, обогащенных цирконом, монацитом, ильменитом, рутилом.

По запасам тяжёлых песков Австралия занимает второе место среди промышленно развитых капиталистических и развивающихся стран. Песчаные дюны острова Норт-Стадброк сложены кварцем и другими полезными минералами (меньше 2 %), такими как ильменит, рутил, циркон и полевые шпаты. Добыча песка на остро-

ве Норт-Стадброк началась еще в 1949 г. австралийской компанией ACI (Australian Consolidated Industries). В 2009 г. австралийская горно-рудная компания полезных ископаемых Unimin Australia Limited приобрела контрольный пакет акций и изменила свое название на Australia Sibelco.

Добыча минеральных песков и кварца на руднике Ванс (Vance) около Дунвича (Dunwich) в настоящее время ведется открытым способом. Рутил, циркон и ильменит добываются на рудниках Яррамен (Yarraman) на севере острова и Энтерпрайз (Enterprise) на юге острова. Энтерпрайз — самый большой рудник, в 2011 г. его добыча составила 60 % от всей добычи на острове. Полезные минералы используются главным образом в стекольном производстве, но также и в цифровых устройствах, в частности iPad, а также, для производства красок, пластмасс, металлов, косметики и биотехнологических устройств (например, протезов) для внутреннего и внешнего рынков.

Кевин показал нам богатые растительностью (мы были просто поражены разнообразием растений и птиц!) плейстоценовые дюны шириной 75–100 м и привел нас к Коричневому озеру (Brown Lake). Там мы сделали следующую остановку (приблизительно в 12.00–13.00) и перекусили. Коричневое озеро — одно из пресноводных озер островов Северного Стадбрука, которые формируются выше горизонта грунтовых вод и остаются там из-за непроницаемых слоев глины и органического материала. Вода в озере имеет темно-коричневый оттенок, вероятно из-за высокой концентрации местных растений, таких как «Бумажная кора» (*Melaleucas*) и «чайные деревья».

Далее Кевин привел нас на мыс Дружелюбия — удивительно красивые богатые растительностью скалы острова. Мы увидели совершенно дикую природу, а в океане — дельфинов и акул. На океан с утеса открывался великолепный вид. Кевин сказал, что утес сложен риолитами триасового возраста.

Темнело. Усталые, но довольные мы возвратились в Брисбен. День прошел в дружеской атмосфере с коллегами из разных стран. Долго прощались и обменивались адресами. Впереди нас ожидали дорога в брисбенский аэропорт и долгий перелет через экватор в северное полушарие Земли, в столицу нашей родины — Москву.

А. Асхабов, И. Козырева, О. Котова



АСПИРАНТУРА И ДОКТОРАНТУРА–2012

1 ноября начался новый учебный год у аспирантов и докторантов Института геологии. В этом году пять человек закончили свое обучение в аспирантуре и пять были приняты на выделенные бюджетные места. С представлением диссертации закончила докторантурку **Н. В. Сокерина**, аспирантуру очной формы обучения — **А. Н. Мингалев** и **В. В. Уляшев**. Пожелаем им скорейшей защиты диссертационных работ. К сожалению, аспиранты **И. Д. Власов**, **П. С. Ельфимов** и **Н. Б. Овчинникова** в силу разных обстоятельств не успели оформить результаты своих исследований и представить их на учений совет, в связи с чем были отчислены из аспирантуры по истечению срока обучения. Но будем надеяться, что и они успешно завершат свои изыскания и смогут защитить кандидатские диссертации.

В институт пришло новое поколение аспирантов из числа окончивших СыктГУ в этом году и проявивших интерес к научной работе во время учебы, производственной практики и при написании дипломных работ. Троиц из них (**П. Л. Анферов**, **А. А. Пархачев**, **А. С. Шуйский**) обучались на кафедре геологии. **М. А. Шевелев** закончил обучение на кафедре информатики и с отличием защитил диплом по смежной специальности, **Г. В. Игнатьев** — выпускник кафедры химии — уже год проработал в Институте геологии, побывал в экспедиции. Ребята осознанно пришли в геологию, и мы надеемся, что это даст положительный результат. Для приобретения необходимых знаний по геологии аспиранты смогут посещать лекции по основным геологическим дисциплинам, которые читают ведущие специалисты института на кафедре геологии СыктГУ.

В докторантuru принята **З. П. Юрьева**, ведущий специалист в области региональной и нефтяной геологии Тимано-Печорской провинции из Архангельска. 23 октября ученый совет института утвердил списки поступивших в аспирантуру и докторантuru, темы их будущих диссертаций, научных руководителей и консультантов. Журнал *Вестник* предоставляет возможность на своих страницах подробнее познакомиться с «новичками».

Д. г.-м. н. **О. Котова**, к. г.-м. н. **Н. Рябинкина**

Аспиранты



**Павел
Леонидович
Анферов**

Тема диссертации:

«Няртинский метаморфический комплекс Приполярного Урала: структура, вещественный состав, геодинамика»

Специальность:

25.00.01 Общая и региональная геология

Научный руководитель:

д. г.-м. н., профессор А. М. Пыстин

Няртинского комплекса. В 2012 г. поступил в аспирантуру Института геологии с желанием заняться изучением этого сложного геологического объекта, поскольку до сих пор многие вопросы геологии этого района остаются спорными. В первую очередь они касаются комплексов глубокометаморфизованных пород. Целью моей работы является уточнение первично-го состава метаморфических пород, определение их возраста, обстановок формирования и термобарических условий метаморфического преобразования, а также установление тектонической позиции и структурных особенностей няртинского комплекса.



**Григорий
Владимирович
Игнатьев**

Тема диссертации:

«Минеральный состав и элементы-примеси в юрских горючих сланцах Мезенского бассейна»

Специальность:

25.00.05 Минералогия. Кристаллография

Научные руководители:

д. г.-м. н. Я. Э. Юдович,
к. г.-м. н. В. П. Лютоев.

ситет, обучался на кафедре неорганической химии. На третьем курсе приступил к работе над дипломом. Работа проходила в Институте химии, где мной были написаны курсовые и дипломная работа на тему «Изучение процесса восстановления лейкоксена при атмосферном давлении» (руководитель Павел Валентинович Истомин).

После окончания университета меня приняли на работу в Институт геологии на должность инженера-химика. Занимаюсь определением элементного состава вещества методом атомно-эмиссионной спектроскопии. В 2012 г. принимал участие в минералогической школе «Актуальные проблемы и современные методы прикладной минералогии», организованной Комиссией по технологической минералогии Российского минералогического общества и ФГУП ВИМС (Москва), а также в VII Российской семинаре по прогнозной оценке технологических свойств полезных ископаемых методами прикладной минералогии. В этом же году поступил в аспирантуру Института геологии.

Выбранная мной тема является актуальной в связи с важным значением горючих сланцев как перспективного нетрадиционного энергетического ресурса, источника для получения уникальных химических продуктов. Горючие сланцы различных месторождений региона характеризуются повышенными содержаниями металлов и других ценных элементов, извлечение которых ни из сланцев, ни из продуктов их термической перера-

Родился 23 июля 1989 г. в с. Усть-Вымь Усть-Вымского района. В 2006 г. закончил Микунскую СОШ № 2, а в 2007 году поступил на физический факультет СыктГУ на специальность «Геология». С каждым годом обучения у меня появлялся все больший интерес к геологии благодаря практике в Крыму, Усть-Куломском районе и на Полярном Урале, в районе хребта Енганепэ. После 4-го курса проходил производственную практику в геолого-разведочной партии ООО «Кратон», где затем проработал два года. Геолого-разведочные работы в составе партии проходили на Приполярном Урале, там я познакомился с глубоко-метаморфизованными отложениями

Родился 15 мая 1989 г. в селе Визинга Сысольского района. После окончания школы поступил в Сыктывкарский государственный универ-



ботки и отходов в настоящее время не производится. Сведения о содержании и формах нахождения попутных элементов в горючих сланцах весьма ограниченные, что сдерживает поиск технологических решений по их извлечению. Решение задачи, в которую входят определение формы вхождения попутных элементов и установление баланса их распределения в минералах и органоминеральных комплексах, позволит разработать оптимальную технологию их извлечения и дать экономическую оценку эффективности этого процесса.



Андрей
Александрович
Пархачев

Тема диссертации:
«Ультрамафиты Щекурынского массива (Приполярный Урал) и их благороднометалльная минерализация»
Специальность:
25.00.04 Петрология и вулканология
Научный руководитель:
к. г.-м. н. И. И. Голубева

Родился 3 марта 1989 г. в Сыктывкаре. Учился в общеобразовательной школе № 38. В школьные годы наибольший интерес для меня представляли точные науки. Еще за год до окончания школы я решил поступать в Сыктывкарский университет на специальность «геология».

Надо сказать, что, как и большинству геологов-первокурсников, мне практически ничего не было известно о выбранной профессии. С первых занятий по общей геологии стало понятно, что эта наука весьма интересна и многогранна. Совершенную же красоту и романтику геологии я увидел своими глазами во время прохождения производственной практики в ООО «Кратон» на Полярном Урале.

В 2012 г. я поступил в аспирантуру Института геологии Коми НЦ УрО РАН. Тема моей будущей диссертации «Ультрамафиты Щекурынского массива (Приполярный Урал) и их благороднометалльная минерализация» является продолжением моей дипломной работы. Актуальность исследования заключается в типизации ру-

довмещающих магматических пород, установлении их тектонической позиции и металлогенической перспективы.



Михаил
Альбертович
Шевелев

Тема диссертации:
«Палиностратиграфическая характеристика девонских отложений Тимано-Печорской провинции на основе системно-информационных технологий»
Специальность:
25.00.02 Палеонтология и стратиграфия.

Научный руководитель:
д. г.-м. н. О. П. Тельнова

апреле 2012 г. принял участие в XIX Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов–2012», а летом — в экспедиционных работах на Южном Тимане в составе геологического отряда О. П. Тельновой. Важным моментом пребывания в поле стала возможность потренировать разговорный английский язык перед экзаменом в аспирантуру (в составе отряда работал английский палинолог Д. Маршалл).

Тема моей будущей диссертации является весьма актуальной. На сегодняшний день собрано огромное количество неструктурированной палинологической информации. Назрела острая необходимость в создании информационной системы, которая поможет пользователю манипулировать такими большими объемами информации.



Александр
Сергеевич
Шуйский

Тема диссертации:
«Гранитоиды Центрально-Уральского поднятия (Полярный Урал)»
Специальность:
25.00.04 Петрология, вулканология
Научный руководитель:
к. г.-м. н. О. В. Удоратина

Родился 28 февраля 1988 г. в Сыктывкаре. В 2006 году окончил Технический лицей и поступил в Сыктывкарский государственный университет на специальность «геология». На мое решение поступить в университет повлиял мой старший брат Константин Шуйский, он успешно закончил Сыктывкарский государственный университет в 2006 г. и в настоящее время работает геологом в Геологической партии № 1 (г. Сыктывкар). В этом году я окончил университет, защитив диплом на тему «Метагранитоиды полярноуральского комплекса (Полярный Урал)» под руководством к. г.-м. н. К. В. Куликовой.

Учебная практика в Крыму и на Южном Тимане, практика в составе геологических отрядов лаборатории петрографии Института геологии на Среднем Тимане (2010) и Полярном Урале (2011, 2012) убедили меня в правильности выбранного пути и решения продолжить начатые исследования.



Многочисленные гранитные тела, выведенные на поверхность в пределах Центрально-Уральской зоны на Полярном Урале, имеют длительную историю исследования. Производственными и научными организациями, в разные годы работавшими на этой территории, накоплен богатейший фактический материал. Последние обобщения были проведены более 30 лет назад. Существующая схема корреляции комплексов, в которые объединены гранитные тела, и их реальное возрастное и геодинамическое положение, обоснованное новыми изотопно-геохимическими данными, находятся в противоречии. Полагаю, что проведенная мною работа позволяет привести их в соответствие.

Докторанты



**Зинаида
Петровна
Юрева**

Тема диссертации:

«Нижнедевонские отложения северо-востока европейской части России (строение, условия формирования, перспективы нефтегазоносности)

Специальность:

25.00.01 Общая и региональная геология

Научный консультант:

д. г.-м. н. А. И. Антошкина

Нижнедевонские отложения северо-востока европейской части России известны в естественных выходах на Урале, в Предуральском краевом прогибе, на Тимане и островах Баренцевоморского региона. На территории Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна они вскрыты скважинами на больших глубинах. Изучение нижнедевонских отложений проводилось с середины прошлого века различными исследователями из академических институтов, производственных организаций Ухты, Сыктывкара, Архангельска, Санкт-Петербурга, Москвы и Прибалтийских государств. Установлено, что нижнедевонские отложения в разных регионах существенно различаются по литолого-фациональным характеристикам, резким вариациям стратиграфического

объёма и мощностям. Изученность строения нижнедевонских отложений, условий их формирования также весьма неравнозначна.

Отложения нижнего девона являются нефтегазоносными на значительной площади их развития. Наибольший интерес с точки зрения прогноза нефтегазоносности нижнедевонских отложений на Европейском Северо-Востоке вызывают северные области Тимано-Печорского нефтегазоносного бассейна и их взаимосвязь с Баренцевоморским регионом.

Целью диссертационной работы является комплексная характеристика отложений нижнего девона и разработка единой для всего региона литогенетической модели их формирования. Будет проведена научная обработка накопленной геологической и геофизической информации по всему северо-востоку европейской части России с привлечением фондовых и опубликованных данных. Важным фактором целенаправленного изучения отложений является установление закономерностей размещения залежей углеводородного сырья.

Сравнительный анализ геофизических и литологических характеристи-

тик разнофациальных нижнедевонских отложений позволит:

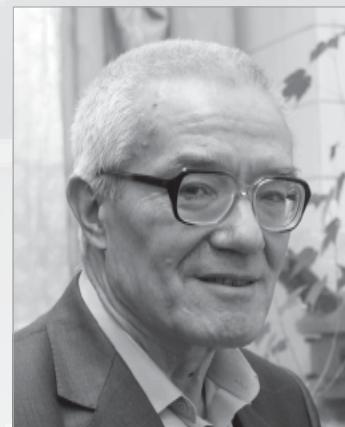
- выявить генетические типы отложений, зоны их развития;
- провести анализ циклического строения карбонатных и терригенных отложений, уточнить литолого-стратиграфическую модель нижнедевонских отложений разных тектонических районов исследуемого региона;
- провести фациальный анализ пограничных отложений силура и девона, а также отложений, перекрывающих отложения нижнего девона;
- сопоставить нижнедевонские отложения Тимано-Североуральского региона с зонами их развития в Баренцевоморском регионе;
- выявить закономерности размещения природных резервуаров углеводородов в нижнедевонских отложениях.

Литогенетическая модель нижнего девона и классификация продуктивных уровней в его разрезе будут основой для подсчёта запасов углеводородов, для технико-экономического обоснования разработки месторождений и для прогноза нефтегазоносности малоизученных площадей региона.

Поздравляем



**Оксану
Викторовну
Коротченкову
с успешной
защитой
кандидатской
диссертации**



**Андрея
Филипповича
Сметаникова
с успешной
защитой
докторской
диссертации**

**Желаем здоровья,
успехов и научных открытий!**

дальнейших творческих



ОТ БЛАГОДАРНОГО УЧЕНИКА

К юбилею Л. А. Анищенко

Дорогая Лидия Александровна! Благодарю Вас за прекрасную школу геологии, жизни и человеколюбия. За Вашу вселенскую мудрость, всеобъемлющую доброту и безграничное терпение. За безотказную помощь, мощную поддержку и согревающий свет.

Довольно сложно подобрать слова, чтобы выразить всю свою признательность и восхищение. Я благодарен судьбе и тем людям, которые направили мою таёжную тропинку к Вашему Млечному Пути. Очень приятно осознавать себя пусты малой, но частью Вашей большой и уютной геологической семьи, география которой распространяется от Владивостока до Калининграда, от Воркуты до Ашхабада, охватывает многие уголки нашей необъятной Родины.

Прошу простить меня великодушно за проявлявшееся иногда упрямство, мальчишество и легкомыслие, за повод для излишнего беспокойства.

Желаю Вам солнечных дней, ласкового моря, цветущего сада за окном, легкой приятной музыки и свежего морского бриза.

С почтением,
Ваш Сергей Клименко

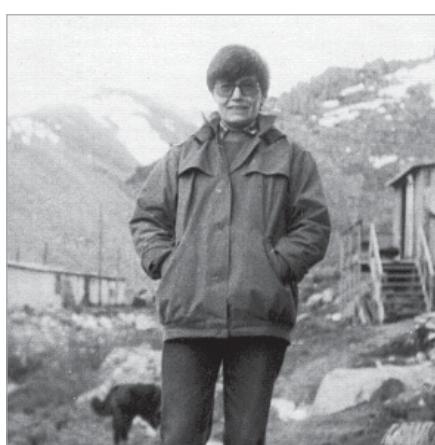


ЛЕГЕНДА ГЕОЛОГИЧЕСКОГО МУЗЕЯ

Александре Ивановне Чумаковой – 75

С Александрой Ивановной Чумаковой на работу в Институт геологии мы пришли в один год — 1973. Я — после «школьной» (университетской) скамьи, она — уже опытный геолог с более чем десятилетним стажем работы и в геологосъемочных партиях, и на разведке. Но первое десятилетие наши пути-дороги почти не пересекались. Поэтому мой рассказ о юбиляре начнется с середины 80-х.

Старшее поколение сотрудников нашего института хорошо помнит 1986 год. Год переезда в новое здание. Запомнился этот переезд не только радостью от того, что мы получили просторные кабинеты, но и тем, что пришлось много потрудиться на погрузочно-разгрузочных работах. Перевозили оборудование, приборы, книги и коллекции. Одной из сложнейших операций по перебазирова-



Лучший он из музеев по всем
регионам,
И по миру гремит даже слава об оном.
Ну а что Чумакова?
По-прежнему лёвка.
Больше всех из одежд
ее красит штурмовка.
Н. Беляева (1997)

нию научных материалов в новое здание стал переезд фондов геологического музея. Экспозиционный зал музея в то время находился на первом этаже дома № 30 по ул. Коммунистической. Демонтаж и перевозка демонстрационной коллекции прошла, можно

сказать, мгновенно благодаря энергичным организаторским действиям Александры Ивановны Чумаковой, которая с 1982 г. работала хранителем Геологического музея им. А. А. Чернова. Но самое удивительное было то, что уже через неделю после демонтажа экспозиционного зала музей принимал экскурсантов в новом здании института. Экспозиция была полностью восстановлена, но уже как временная.

До 1997 г. музей не был самостоятельным подразделением. Он отно-



сился к лаборатории ядерной геохронологии и изотопного анализа. Заведующим лабораторией был М. В. Фишман — директор Института геологии (до 1985 г.), главный руководитель и энтузиаст создания геологического музея. Собственно музей занимались всего два человека: хранитель А. И. Чумакова и лаборант.

Музей им. А. А. Чернова — «правильный» научный музей. Это айсберг: на поверхности (в экспозициях) мы видим лучшее, что есть в музее, но это всего лишь маленькая доля того, что музей хранит. Главные ценности — в фондах: десятки шкафов и стеллажей, сотни лотков, десятки тысяч образцов. В 70—80 гг. фонды музея хранились в подвале дома № 30. Подвал был достаточно просторный, но к середине 80-х водопроводные и канализационные коммуникации настолько пришли в негодность, что практически постоянно подвал был затоплен нечистотами. В этих услови-

Александра Ивановна Чумакова проработала в Институте геологии 25 лет (1973—1997) младшим научным сотрудником, хранителем геологического музея. Имеет научные труды. 4 марта 1998 г. Указом Президента России № 249 награждена медалью ордена «За заслуги перед Отечеством».

ях две хрупкие женщины спасали бесценные научные коллекции: выносили, вывозили, чистили, мыли образцы, восстанавливали этикетки. Конечно, к тяжелым физическим работам привлекались мужчины — сотрудники института.

В это же время в новом здании оборудовалось камнехранилище, монтировались стеллажи, завозились новые шкафы, размещались коллекции. Вся организационная работа лежала на Александре Ивановне. Мы ее видели либо в халате, либо в штормовке.

В это же время разрабатывался экспозиционный план нового музея. Обсуждались с художниками и дизайнерами макеты стендов, художественное оформление фойе, система освещения, заказывались витрины для образцов, тумбы под крупные штуфы, большая демонстрационная карта северо-востока европейской части России, специальное половое покрытие и т.п. Это была работа Александры Ивановны.

В это же время Александра Ивановна, используя все свои знакомства и полномочия, отыскивала и привозила из различных геологических организаций республики музейные образцы для формирования новых экспозиций. В частности, в 1988 г.

ман, Полярный Урал. Дважды мы были вместе с ней на Приполярном Урале: в 1991 г. летали на месторождение Пуйва за скрученными кристаллами, в 1992 г. ездили на вездеходе на месторождение Скалистое за кварцем-олосатиком.



благодаря активности А. И. Чумаковой институт приобрел у Полярно-Уральской ГРЭ (с. Саранпауль) гигантский кристалл кварца весом 1160 кг (часто приводится вес кристалла брутто — 1300 кг вместе с упаковкой). Взвешивание проводилось в аэропорту. Кристалл, добытый на месторождении Додо (пос. Неройка, Приполярный Урал), в г. Печору был доставлен вертолетом и далее до Сыктывкара поездом. Геологи экспедиции дали кристаллу имя «Витязь». Это один из крупнейших (третий по величине) кристаллов кварца из хранящихся в геологических музеях России и единственный кристалл-гигант с полной огранкой (двуухоловик). «Витязь» стал визитной карточкой музея и института.

А. И. Чумакова каждое лето выезжала в поле для сбора музейных коллекций: на Северный и Средний Ти-

К двадцатилетию музея (1988 г.) главный, самый большой зал музея с экспозицией «Полезные ископаемые» был полностью сформирован, и пошли экскурсии нескончаемым потоком: дошкольята и школьники, студенты и курсанты, туристы и официальные гости столицы республики с большим интересом посещали и посещают музей. Об этом свидетельствуют благодарности в книге отзывов, в том числе и лично А. И. Чумаковой — высококвалифицированному геологу, отлично знающему геологию Республики Коми и ее минеральные богатства, великолепному рассказчику и ценителю красоты камня.

Геологическому музею Александра Ивановна отдала более пятнадцати лет. Если М. В. Фишман был «головой» музея в период его становления, то А. И. Чумаковой приходилось



В кругу коллег, слева направо: Л. А. Алексеенкова, С. А. Плоскова, Л. Р. Жданова, А. И. Чумакова, А. А. Беляев, А. М. Фишман. 1997 г.



Родилась 5 ноября (записана 7) 1937 г. в глухом поселке Калга, Читинской обл. (Забайкалье).

Мама — Екатерина Дементьевна Раменская, домохозяйка.

Папа — Иван Степанович Чумаков, охотник-промысловик. Погиб на войне в 1942 г.

В семье было восемь детей, Александра предпоследняя.

Старший брат погиб на войне в 1944 г.

Закончила Иркутский геолого-разведочный техникум в 1958 г., Московский геолого-разведочный институт в 1965 г.

Характер сибирский: добрая, очень ответственная, деловая, трудолюбивая, настойчивая.

быть и «руками», «ногами», и «головой» музея. Сегодня, по прошествии пятнадцати лет после того, как А. И. вышла на пенсию, оформление основных экспозиций, система хранения коллекций да и многое другое остаются в том же виде, как и при ней.

Сейчас главные заботы Александры Ивановны связаны с внуками: Сонечкой (3 года) и Матвеем (1 год 2 месяца).

Дорогая Александра Ивановна! Поздравляю Вас и от коллектива Института геологии и от себя лично с юби-

леем! Желаю Вам оставаться энергичной и оптимистичной на долгие годы!

О юбиляре

Плоскова С. И. История становления Геологического музея им. А. А. Чернова // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар: Геопринт, 2008. № 5. С. 14—22.

Поздравления А. И. Чумаковой [награда — орден] // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 1998. № 3 (39). С. 34.

Фишман М. В. Чумакова Александра Ивановна // Люди науки. Научные сотрудники Института геологии... Сыктывкар; Коми НЦ УрО РАН, 1997. С. 268.

Фишман М. Александре Ивановне Чумаковой посвящается // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН. Сыктывкар, 1997. № 11. С. 22—23.

П. Юхтанов

МОЙ ПЕРВЫЙ НАСТАВНИК

Александра Ивановна Чумакова появилась в институте по приглашению Виталия Николаевича Охотникова, они были знакомы еще по Тюмени, работали в Тюменском территориальном геологическом управлении. Перебравшись в начале 70-х в Сыктывкар, Виталий Николаевич вскоре пригласил и своих коллег Александру Ивановну Чумакову и Елену Ивановну Бевз. Так была создана группа Охотникова, в которую в 1973 г. влилась и я. Я только что закончила УТГУ (тогда это был УИИ — Ухтинский индустриальный институт), в наш институт попала, можно сказать, случайно и первое впечатление меня обескуражило. Мне показалось, что я вновь очутилась в школе. Впереди сидел строгий учитель, за ним попарно стояли столы, за которыми расположились сотрудники, все сосредоточенно занимались своим делом и...тишина. Если кто-то начинал болтать не по теме, Виталию Николаевичу достаточно было слегка покашлять, и тут же восстановливалась рабочая атмосфера. Хоть коллектив был женский, за исключением руководителя, но порядок почти не нарушался, если не считать некие провокации с «камчатки». А на «камчатке» как раз и сидела Александра Ивановна — Саня (так ее называла я) или Саша и Шура (каждый выбирал свой вариант ее имени). Кстати, почему-то так сложилось, что Александру Ивановну я называла Саня и была с ней на «ты», а Елену Ивановну Бевз — Лена, но на «вы».

хотя она и была чуть моложе. У Саны, невысокой и худенькой, с длинными роскошными черными волосами, был независимый характер. Правда, волосы она в скором времени подстригла,



но характер остался. У нас с ней поначалу были отношения как у опытного врача с интерном, что особенно проявилось, когда меня определили к ней в ученики, чтобы она поднатасткала меня в изучении рудных минералов, в чем она была асом. Саня тогда работала на новом рудном микроскопе Neophot-2 (очень продвинутая техника по тем временам), ну и пыталась поделиться со мной своими знаниями в наблюдении в аншлифах тонких переходов и нежных оттенков рудных минералов, почти не различимых для глаз новичка, за что я ей до сих пор

благодарна. Хотя в те годы мне частенько казалось, что она перебарщивает в своем желании показать, кто тут главный специалист, но делалось это с юмором, так что и обижаться не было смысла. У Саны была замечательная семья, муж Юра и дочь Ольга. В свое время мы очень любилиходить к ним в гости, хозяйка готовила к нашему приходу что-нибудь вкусненькое, а Юрины байки можно было слушать бесконечно. Они очень хорошо дополняли друг друга: он — высокий светловолосый и добродушный, она — изящная и язвительная. Они все время пикорвались и обменивались колкостями, но всегда чувствовалось, что это такая игра и что им хорошо вместе. А дочь у них выросла просто красавицей, позаимствовав от родителей все самое хорошее. С Саней мы не очень долго проработали в одной лаборатории, всего один раз были вместе в поле, но это время вспоминается как-то очень по-доброму. Может потому, что мы все были тогда молодыми и не было еще печали от неизбежных потерь, и потому, что общение, наверное, было более открытым и дружелюбным. Хотя, возможно, всегда так кажется, когда вспоминаешь какой-то этап своей жизни, особенно если в это время на твоем пути встречаются симпатичные тебе люди. Очень хочется пожелать Александре Ивановне, Санечке, крепчайшего здоровья, пусть его хватит еще на долгие-долгие годы.

В. Капитанова



XXVI ЧЕРНОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Окончание. Начало на стр. 1

Александр Александрович внес крупный вклад и в решение общегеологических проблем — в историческую геологию, теорию осадконакопления, палеонтологию. Он широко известен как педагог и организатор науки. Им была создана знаменитая черновская школа женщин-геологов, многие из которых стали докторами наук, внесли крупный вклад в геологическую

состоялись двадцать шестые чтения, осветившие один из важнейших результатов его работ — открытие Печорского угольного бассейна.

Так, Е. П. Калинин в докладе «История открытия Печорского угольного бассейна» подробно ознакомил слушателей с хронологией событий открытия и освоения запасов Печорского угольного бассейна. Он отметил, что первые сведения о находках углей на территории Коми относятся еще к началу девятнадцатого века.



Участники Черновских чтений. На переднем плане (слева направо) — Г. Т. Денисов, председатель Интинского горисполкома с 1970 по 1980 г., И. М. Астарханов, зам. руководителя управления Росприроднадзора по РК, академик А. М. Асхабов, директор Института геологии

науку и практику. Он же создал сыктывкарскую школу геологов, составивших костяк организованного им Института геологии в составе Коми филиала АН СССР. Благодаря огромному авторитету и большой популярности среди населения Сыктывкара и всей республики А. А. Чернов неоднократно избирался депутатом Сыктывкарского городского совета и Верховного Совета Коми АССР.

Ежегодно в Институте геологии проводятся чтения, посвященные жизни и деятельности Александра Александровича Чернова. В этом году

Неоднократно здесь предпринимались попытки поисков промышленных залежей, однако ощутимые результаты были получены лишь в Советской России, после одобрения в 1921 г. Наркоминделом предложения Зырянского отдела об организации геологической экспедиции на Печору для поисков нефти и угля. Работы возглавил А. А. Чернов. За несколько лет была исследована огромная территория, и к 1924 г. Александр Александрович пришел к выводу о существовании в Печорском крае громадного каменноугольного бассейна пермского возраста, о существовании которого до того времени никто не подозревал. Уже в 1931 г. по решению Госплана при Совете народных комиссаров началась разведка и пробная эксплуатация Воркутского месторождения, а в 1934 г. была введена в эксплуатацию шахта № 8 производительностью 100 тыс. т в год. В дальнейшем благодаря широкому развитию геолого-съемочных и поисковых работ были открыты крупные месторождения коксующихся (Воргашорское, 1938 г.; Усинское, 1944; Юнъянгинское, 1947) и энергетических (Сейдинское, 1955 г.; Верхнероговское, 1959 г.) углей. В настоящее время по запасам Печорский

угольный бассейн занимает первое место в европейской части России, а на территории всей страны уступает лишь Кузнецкому. Кроме того, он обладает высоким потенциалом как источник особо ценных коксующихся углей.

В несколько ином аспекте рассматривается история открытия Печорского угольного бассейна в докладе А. А. Иевлева и И. С. Астаховой «Печорский угольный бассейн: историография вопроса». Они ознакоми-



Докладывает А. А. Иевлев

ли слушателей с результатами анализа научной литературы и научно-популярных изданий 1930–1940-х гг., согласно которым признание идеи А. А. Чернова о наличии в Коми АССР огромного по запасам Печорского угольного бассейна шло непросто.

С началом поисков промышленных углей в Печорском крае появилось немало противников предположения о наличии здесь обширного угольного бассейна. Причем этот скепсис у многих из них основывался порой лишь на отсутствии достаточных сведений о пермской эпохе угленакопления. С другой стороны, были и более осторожные суждения. Например, Н. Н. Тихонович писал, что перейдя к практическому освоению, не следует увлекаться колосальными, но не доказанными цифрами, а надо упорно, систематически работать над выяснением реальных запасов (1933). Однако настойчивость и убежденность А. А. Чернова в своей правоте и расстановка научных и производственных сил в Коми АССР в 1930-е гг. позволили в конечном итоге прийти ко всеобщему признанию его научного предвидения, которое было подкреплено успешной работой угольных шахт Воркуты и Инты.

А. Сандула

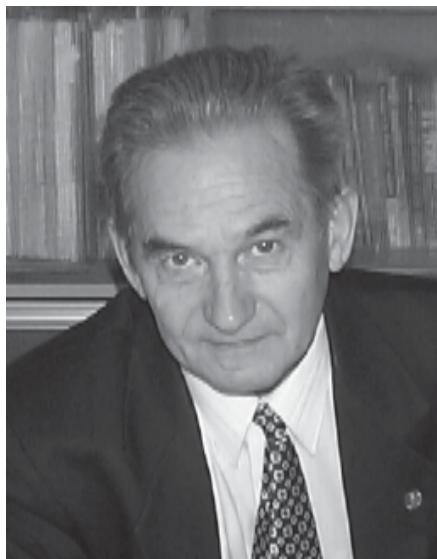


Докладывает Е. П. Калинин



40 ЛЕТ В СТЕНАХ ИНСТИТУТА НА БЛАГО НАУКЕ

Жизненный путь Юрия Андреевича Ткачева — пример бескорыстного служения науке. Вот уже 40 лет этот путь выдающегося ученого связан с Республикой Коми, с Институтом геологии Коми НЦ УрО РАН.



Как говорит сам Юрий Андреевич, его «сыктывкарскому будущему предшествовала тень Якова Эльевича Юдовича». Это с его легкой и настойчивой руки будущий доктор геолого-минералогических наук и профессор прохладной осенью 1972 г. приехал в Сыктывкар на «разведку». В Институте геологии его доброжелательно встретил научный секретарь Николай Иосифович Тимонин, который приятно удивил приезжего необыкновенной обязательностью и аккуратностью. И уже 24 ноября этого же года Юрий Андреевич поступил на работу в институт на должность старшего научного сотрудника в лабораторию региональной геологии и тектоники, а позднее работал ведущим научным сотрудником. Затем пятнадцать лет (с 1991 по 2006 г.) он руководил работой лаборатории геоинформатики отдела горючих ископаемых. В настоящее время Юрий Андреевич — главный научный сотрудник лаборатории минерально-сырьевых ресурсов.

Ю. А. Ткачев — широко известный ученый в России и за рубежом фундаментальными исследованиями в области геостатистики, математи-

ческого моделирования геологических процессов и явлений, геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых, горного права. Ю. А. Ткачев заложил основы нового научного направления в геологической науке, связанного с широким применением математических методов. Результаты исследований ученого нашли широкое применение в геолого-разведочной практике.

Особая область деятельности Юрия Андреевича — исследование правовых вопросов недропользования. Он является одним из авторов первого Закона о недрах Республики Коми. Развивая идею о геологоразведке, Ю. А. разработал оригинальную модель экономического управления геологическим производством. Его монография «Плата за недра» (1998) стала одной из наиболее часто цитируемых книг среди специалистов.

Профессор Ю. А. Ткачев плодотворно занимается педагогической деятельностью, подготовил шесть кандидатов наук. Юрий Андреевич не только талантливый педагог, но и новатор в этом деле. Им подготовлено 10 оригинальных учебных курсов для

трех вузов республики, разработана и впервые внедрена система тестового контроля знаний студентов.

Ю. А. Ткачев является действительным членом Академии естественных наук РФ и Международной академии научных открытий и изобретений. В 1993 г. за плодотворную научную деятельность и крупный вклад в изучение минерально-сырьевых ресурсов ему было присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки Республики Коми», он удостоен ряда высоких наград. Он и сегодня продолжает с неиссякаемой энергией трудиться на благо науки.

Дорогой Юрий Андреевич, от всей души желаем Вам доброго здоровья, оптимизма и по-прежнему высокую творческую составляющую всех Ваших дальнейших работ!

Литература

Юрий Андреевич Ткачев // Известия Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, 2010. Вып. 2. С. 123—125.

Выдающийся ученый и педагог // Вестник ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2005. № 3. С. 56—57.

Г. Анисимова

К 45-летию работы в Институте геологии Л. П. Морохиной Дорогая Людмила Петровна!



Сотрудники Института геологии поздравляют Вас с замечательным юбилеем и желают Вам всех жизненных благ!

Все Ваше детство, юность и зрелость прошли в родном Коми крае, в родном городе. Проработав в Институте геологии 45 лет, Вы сохранили интерес к работе, профессионально и качественно выполняете подготовку образцов к исследованиям, оказываете неоценимую помощь геологам: будь то описание коллекций или разбор полевых образцов.

Коллеги знают Вас как очень отзывчивого и добросовестного человека!

Желаем Вам крепкого здоровья, радости, любви и тепла вокруг, большого семейного счастья и успехов в работе!

Счастья Вам и Вашим близким!
Друзья, коллеги

Ответственный за выпуск
О. В. Удоратина, А. А. Соболева

Редакторы издательства
Н. А. Боринцева, О. В. Габова

Компьютерная верстка
Р. А. Шуктумов