

## **НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ\***

**С.В. Богданова** (Геологический Институт, Университет г. Лунда, Швеция)

**Б. Де Ваэле** (Британская Геологическая Служба, Великобритания)

**Е. В. Бибикина** (Институт Геохимии и Аналитической Химии им. В.И. Вернадского, РАН, Москва)

**А.В. Постников и Л.П. Попова** (Российский государственный университет нефти и газа им. И.М. Губкина, Москва)

New data on the age of the crystalline basement of the Volgo-Ural oil and gas province. S. V. Bogdanova (Department of Geology, Lund University, Sweden), B. De Waele (the British Geological Survey, UK), E. V. Bibikova (Vernadsky Institute of Geochemistry and Analytical Chemistry, RAS Moscow), A. V. Postnikov and L. P. Popova (Gubkin State University of Oil and Gas, Moscow). Newly performed datings of zircons from 14 rock samples using SHRIMP method on individual zircon grains improve significantly the knowledge of the Volgo-Uralian segment. They have confirmed widespread occurrences of Meso- to Neoarchean rocks and intensive structural reworking of the Archaean crust during the Palaeoproterozoic.

Волго-Уральский сегмент Восточно-Европейского кратона в основном сложен высокометаморфизованными породами гранулитовой и амфиболитовой фации, которые образовались за счет первичных пород различного генезиса, возраста и в различных тектонических обстановках. Установление геологических и возрастных соотношений этих пород даже на щитах является трудной задачей из-за интенсивных деформаций и структурных перестроек и тем более в погребенном фундаменте, где контакты отдельных комплексов пород редко наблюдаются в керне фундамента. Также трудно оценить площади распространения комплексов пород и их мощность в условиях неравномерного разбуривания территории и неоднозначности интерпретации геофизических данных. В этом смысле сеть глубоких скважин, вскрывших кристаллический фундамент в Татарии и Башкирии на глубину более 3х километров, дала уникальный материал как для выявления отдельных структурно-вещественных комплексов и их пространственно-временных взаимосвязей в единых разрезах, так и для оценки потенциала кристаллического фундамента для поисков залежей нефти и газа.

Исследования кристаллических пород, систематически проводимых на кафедре литологии РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина под руководством профессора Т. А. Лапинской, позволили подразделить метаморфические и магматогенные породы фундамента на ряд структурно-вещественных комплексов архея и раннего протерозоя (5, 6, 7). Выделенные структурно-вещественные комплексы представляют собой устойчивые сочетания типов пород, выдержанные по площади и в разрезах скважин, и имеющие единое происхождение и метаморфическую эволюцию. Однако, это не определяет возраста самих комплексов.

Главными критериями разделения на архейские и раннепротерозойские комплексы в Волго-Уралии были корреляции с датированными комплексами раннего докембрия щитов, а также господствовавшая долгое время концепция, что гранулитовые

---

\* Посвящается памяти профессора Татьяны Александровны Лапинской

образования – всегда архейские. По мере развития геохронологических методов и их приложения к высокометаморфизованным породам было установлено, однако, что гранулитовый метаморфизм – явление часто вторичное и прогрессивно замещает породы амфиболитовой фации и что многие «архейские» гранулиты являются протерозойскими. Также ретроградные изменения гранулитов и их переход в амфиболитовую фацию не обязательно связаны с проявлением нового тектонометамофического цикла, а лишь завершают эволюцию гранулитов в одном и том же цикле. Некоторые породы амфиболитовой фации, особенно ультраметагенные гранитоиды вообще не испытывали гранулитового метаморфизма, образовавшись и оставшись в средней коре, т.е. характеризуют более высокий уровень земной коры, чем гранулиты. Даже те немногочисленные радиометрические возрасты пород фундамента, имевшиеся до настоящего исследования, указывали, что гранитоиды гранулитовой фации (эндербиты и чарнокиты титовского комплекса) и гранитоиды амфиболитовой фации (например, бакалинский комплекс) могут быть đồngовозрастными, поздnearхейскими (ca. 2.7 млрд. лет).

Прямая корреляция главных структурно-вещественных комплексов Волго-Уралии с похожими комплексами щитов также не корректна, учитывая, что щиты характеризуют другие сегменты коры, Фенноскандию и Сарматия, которые прошли иную эволюцию в раннем докембрии и отделены от Волго-Уралии транскратонными шовными зонами (ср. Богданова, *этот том и ссылки*). Нет также уверенности и в том, с каким их докембрийских кратонов Мира коррелируется Волго-Уралия. Таким образом, проблема точного датирования волго-уральских комплексов стоит остро как в аспекте региональных и глобальных корреляций, так и для реконструкции структуры и эволюции литосферы самой Волго-Уралии.

**Архейские комплексы.** В целом, по комплексу геолого-геофизических данных кристаллическая кора Волго-Уралии сложена чередующимися поясами архейских гранулитов метаосадочно-вулканогенного и магматического происхождения, известные как отрадненская и большечеремшанская серии, преимущественно восток-северо-восточного или северо-восточного простирания. Особый комплекс составляют ультраосновные метавулканы коматиитового состава привятской серии и ассоциирующие с ними тоналит-трондъемитовые гранитоиды свияжского комплекса также поздnearхейского возраста. Широко распространены метагабброидные интрузивные породы толеитового состава (екатериновский комплекс), тесно связанные с распространением большечеремшанской серии и ее отрадненского фундамента. Конкордатно с супракрустальными поясами, отражающими складчато-надвиговую структуру позднего архея, лежат пластинообразные интрузии габбро-норит-анортозитов Туймазинского комплекса. Эндербит-чарнокитовый колыванский и титовский комплексы, а также гранитоиды бакалинского комплекса ассоциируют генетически с отрадненской серией, тогда как гранат-содержащие ультраметагенные граниты рахмановского комплекса приурочены к большечеремшанской серии. Все эти комплексы были ранее датированы уран-свинцовым методом по циркону как образованные между 2.8 и 2.6 млрд. лет (1, 2, 7, 8). Архейский возраст супракрустальных пород из ядра Ново-Елховской скважины 20009 был также подтвержден самарий-неодимовым методом, показавшим, что их протолит мог иметь максимально возможный возраст 3.1-3.0 млрд. лет.

**Раннепротерозойские комплексы.** Особенностью структуры коры Волго-Уралии является то, что линейно-складчатый структурный план позднего архея осложнен гигантскими наложенными структурами кольцевого типа, четко выраженными в

потенциальных гравитационном и магнитном полях (3). Эти структуры в общих чертах соответствуют «архейским массивам» в ранних геолого-геофизических интерпретациях, в то время как разделяющие их линейные зоны рассматривались как раннепротерозойские складчатые пояса (4). Более детальный анализ строения массивов показал, однако, что в сравнении с линейными зонами они являются участками наиболее интенсивной переработки архейских пород (3). Это поставило вопрос о времени и тектонической природе образования этих структур. С. В. Богданова (1986) выдвинула идею об их купольном происхождении и раннепротерозойском возрасте, основываясь на приуроченности менее метаморфизованных осадочных и вулканогенных пород сармановской, унийской и чеканской толщ к внутренним частям кольцевых структур, и на связи этих пород и тектоно-метаморфической переработки архейских комплексов с системой радиальных и кольцевых разломов. А. В. Постников (2002) предпочел отнести формирование кольцевых структур к концу архея.

Широкое распространение раннепротерозойских (са. 2.1 млрд. лет) метаосадков воронцовской серии на юге Волго-Уралии и на востоке Сарматии (ср. Богданова, *этой том*) свидетельствует о том, что раннепротерозойский этап был решающим в оформлении структуры коры Волго-Уралии и зоны ее сочления с Сарматией.

До настоящего времени, раннепротерозойский возраст был определен только для гранитоидов в интервале между са. 2.1 и 1.9 млрд. лет (2). Недавние определения возраста пород Волго-Уралии в тараташском комплексе на Урале показали близкий возраст синметаморфических гранитоидов, около 2.04 и 1.85 млрд. лет (11).

**Новые датировки.** Учитывая сложный характер соотношений архейских и раннепротерозойских комплексов, неоднократную тектоно-метаморфическую переработку архейских пород Волго-Уралии было предпринято высокоточное датирование индивидуальных цирконов методом SHRIMP (= Sensitive High Resolution Microprobe) в Австралии (Curtin University, Perth) из 14 различных пород, включая и те пробы, которые были ранее датированы классическим уран-свицовым методом (10).

1. Новые данные подтвердили широкое распространение архейских пород и выявили присутствие более древнего архея с возрастом более 3.2 млрд. лет.
2. Установлено, что занижение возраста некоторых архейских цирконов/пород при использовании классического метода происходит из-за обрастания архейских ядер более молодым раннепротерозойским цирконом (Рис. 1).
3. Показано, что региональный метаморфизм гранулитовой и амфиболитовой фации, внедрение разнообразных гранитоидов и главные деформации произошли около 2.72-2.71 млрд. лет.
4. Выявлены монцограниты с возрастом са. 2.6 млрд. лет одновозрастные туймазинским габбро-анортозитам, что расширяет понятие туймазинского комплекса, включающего также гранитоиды.
5. Впервые датированы метавулканогенно-осадочные породы большечеремшанской серии в Самарской области, претерпевшие метаморфизм и плавление в условиях гранулитовой фации. Возраст их отложения мог произойти в любое время до са. 2.1-2.0 млрд. лет (возраст гранулитового метаморфизма). Это означает, что часть супракрустальных пород большечеремшанской серии может быть раннепротерозойского, а не только архейского возраста. Это особенно касается миннибаевской толщи (3, 9), сложенной почти исключительно метаосадками.
6. Еще более молодой метаморфизм и интенсивные деформации произошли между 1.95 и 1.85 млрд. лет.

Таким образом, архейская кора Волго-Уральского сегмента была значительно переработана в течение раннего протерозоя, т. е. между 2.1 и 1.85 млрд. лет, подобно тектоно-метаморфической истории Сарматии. Это предполагает, что оба сегмента коллидировали и имели общую эволюцию после са. 2.1 млрд. лет, составляя единый континентальный блок. Куполообразование могло произойти как до коллизии, так и в ее течении и способствовало формированию палеопротерозойского осадочного чехла.

#### Литература

1. Бибилова, Е.В., Богданова, С.В., Кирнозова, Т.И., Попова, Л.П., 1984. Уран-свинцовый возраст чарнокитоидов Волго-Уральской области. Доклады АН СССР, 276(4): 916-919.
2. Бибилова, Е.В., Кирнозова, Т.И., Попова, Л.П., Постников, А.В., Макаров, В.А., Кременецкий, А.А., 1994. U-Pb возраст и корреляция магматических образований гранулитовых и амфиболитовых комплексов Волго-Уральской области Восточно-Европейской платформы. Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2(3): 3-7.
3. Богданова, С.В., 1986. Земная кора Русской плиты в раннем докембрии (на примере Волго-Уральского сегмента). Труды Геологического Института АН СССР, 408. Наука, М., 224 pp.
4. Гафаров, Р.А., 1976. Сравнительная тектоника фундамента и типы магнитных полей древних платформ. Наука, Москва, 270 pp.
5. Лапинская, Т.А., 1982. Стратиграфия раннего докембрия Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. Труды МИНХ и ГП им. И.М. Губкина, 161: 12-25.
6. Лапинская, Т.А., Богданова, С.В., 1976. Основные черты геологического строения и главнейшие метаморфические и магматические комплексы докембрийского фундамента Волго-Уральской нефтегазоносной области. In: Шуркин, К.А. (Editor), Геология, петрология и металлогения кристаллических образований Восточно-Европейской платформы. Недра, Москва, pp. 106-115.
7. Лапинская, Т.А., Попова, Л.П., Постников, А.В., Яковлев, Д.О., 1996. Геология раннедокембрийских комплексов. В: Муслимов, Р.Х. и Лапинская, Т.А. (Editors), Кристаллический фундамент Татарстана и проблемы его нефтегазоносности. Дента, Казань, pp. 53-99.
8. Постников, А.В., 2002. Фундамент восточной части Восточно-Европейской платформы и его влияние на строение и нефтегазоносность осадочного чехла. Автореферат диссертации доктора геол.-мин. наук: 52.
9. Ситдинов, Б.С., Низамутдинов, А.Г., Полянин, В.А., 1980. Петрология и геохимия пород кристаллического фундамента востока Русской платформы. Издательство Казанского Университета, Казань, 167 pp.
10. Bogdanova, S., De Waele, B., Bibikova, E., Postnikov, A. and Popova, L., 2005. Volgo-Uralia: SHRIMP evidence of strong Palaeoproterozoic reworking of the Archaean crust. Supercontinents and Earth Evolution Symposium 2005, Geological Society of Australia Inc. Abstracts 81, Fremantle, Western Australia, pp. 118.
11. Sindern, S., Hetzel, R., Schulte, B.A., Kramm, U., Ronkin, Y.L., Maslov, A.V. and Lepikhina, O.P., 2005. Proterozoic magmatic and tectonometamorphic evolution of the Taratash complex, Central Urals, Russia. International Journal of Earth Sciences (Geologische Rundschau), 94: 319-335.

Подрисуночная подпись

Рис. 1. Катодно-люминесцентное изображение циркона из эндербитов Колыванского комплекса, датированного методом SHRIMP. Точки анализа показаны белыми кружками. Длина циркона равна 0.3 мм.

Магматическое ядро циркона архейского возраста (2877 млн. лет), тогда как его внешняя метаморфическая оболочка - раннепротерозойского. Промежуточное значение во внутренней черной оболочке диффузии не имеет геологического смысла. Возраст этих пород, полученный ранее классическим методом по фракциям циркона дал 2738 млн. лет, т.е. существенно моложе, чем их реальный возраст.

