

УДК 550.93(571.1)

ИЗОТОПНОЕ И ХИМИЧЕСКОЕ U–Pb-ДАТИРОВАНИЕ ГРАНИТОИДОВ ЗАПАДНО-СИБИРСКОГО МЕГАБАССЕЙНА

© 2010 г. К. С. Иванов, Ю. В. Ерохин, Ю. Н. Федоров,
В. В. Хиллер, В. С. Пономарев

Представлено академиком В.А. Коротеевым 03.11.2009 г.

Поступило 23.12.2009 г.

Западно-Сибирский нефтегазоносный мегабассейн еще долго будет оставаться главным поставщиком нефти и газа – основы экономики России. Поэтому всестороннее изучение Западной Сибири, интенсивно продолжающееся более полувека [1 и др.], является и сейчас важнейшей задачей геологов России, имеющей фундаментальное научное и практическое значение. На основании комплексных геолого-геофизических исследований и картирования крупных сегментов территории составлена новая геологическая карта доюрского основания западной части Западно-Сибирской плиты [2]. Показано также, что завершением палеозойской геодинамической истории региона явилась коллизия, сопровождавшаяся тектоническим скупиванием, метаморфизмом, внедрением гранитов и формированием новообразованной коры континентального типа. Исследования состава и возраста гранитоидных плутонов фундамента Западной Сибири имеют большое значение, поскольку дают информацию об этих важнейших событиях. Кроме того, мировой опыт показывает (и известное месторождение нефти Белый Тигр на шельфе Вьетнама [3] тому далеко не единичный пример), что из всех комплексов пород, слагающих фундаменты осадочных бассейнов, наиболее перспективными для поисков месторождений углеводородного сырья являются гранитоиды.

В пределах Шаимского нефтегазоносного района на территории Шаимско-Кузнецовского мегантиклинория закартирован [4] ряд гранитных плутонов округлой или чаще овальной формы размером до 30 × 17 км. Гранитоиды и их метаморфическое обрамление вскрыты скважинами на нескольких площадях. По геологическим, минералогическим и геохимическим данным они близки к монцодиорит-гранитным сериям Ураль-

ского складчатого пояса [5 и др.]. Для исследований были взяты гранитоиды краевой части плутона Окуневской буровой площади (рис. 1) из скважины Ок10486 с глубины 1734 м. Это массивные граносиениты, сложенные микроклином, кислым плагиоклазом (альбит-олигоклазом), слюдой (аннит-флогопитом), амфиболом (железистым эденитом) и кварцем. Аксессуары представлены цирконом, торитом, монацитом, титанитом, уранинитом, паризитом-(Ce) и апатитом.

Нами проведено изотопное (SHRIMP-II по циркону) и химическое (уранинит – химическим изохронным методом) U–Pb-датирование пробы граносиенитов, изученной также K–Ar- (279 ± 7 млн. лет) и изохронным Rb–Sr- (по породе и минералам 284.7 ± 5.4 млн. лет) методами [2].

Цирконы, отобранные для U–Pb-датирования, окрашены в серовато-розовый цвет и имеют размер до 0.3 мм. Кристаллы имеют сложную огранку, среди простых форм выделяют две тетрагональные призмы и три тетрагональные дипирамиды. Католюминесценцией цирконов выявляют сложное внутреннее строение. В некоторых кристаллах отчетливо видны ростовые зоны поздней генерации. Определение U–Pb-возраста по цирконам было выполнено на ионном микрозонде SHRIMP-II в центре изотопных исследований ВСЕГЕИ по стандартной методике [6]. Из граносиенита проанализировано 7 кристаллов циркона, в которых было выполнено 12 изотопных определений (табл. 1). Основная часть возрастов циркона находится в пределах 291.7–309.5 млн. лет со средним значением 301.6 ± 3.6 млн. лет (рис. 2).

Наряду с этими определениями три анализа имеют значительно “омоложенные” возрасты: 181.5, 201 и 213.6 млн. лет; эти анализы получены из зон, сложенных поздними генерациями циркона. Эти “омоложенные” возраста хорошо совпадают с ранее установленными [7] главными этапами послетриасовой тектонической активизации Западно-Сибирской платформы. Из этого, по всей видимости, следует, что цирконы могут “дорасти” в P–T-условиях, отвечающих

Институт геологии и геохимии
Уральского отделения Российской Академии наук,
Екатеринбург
ООО “КогалымНИПИнефть”, Тюмень

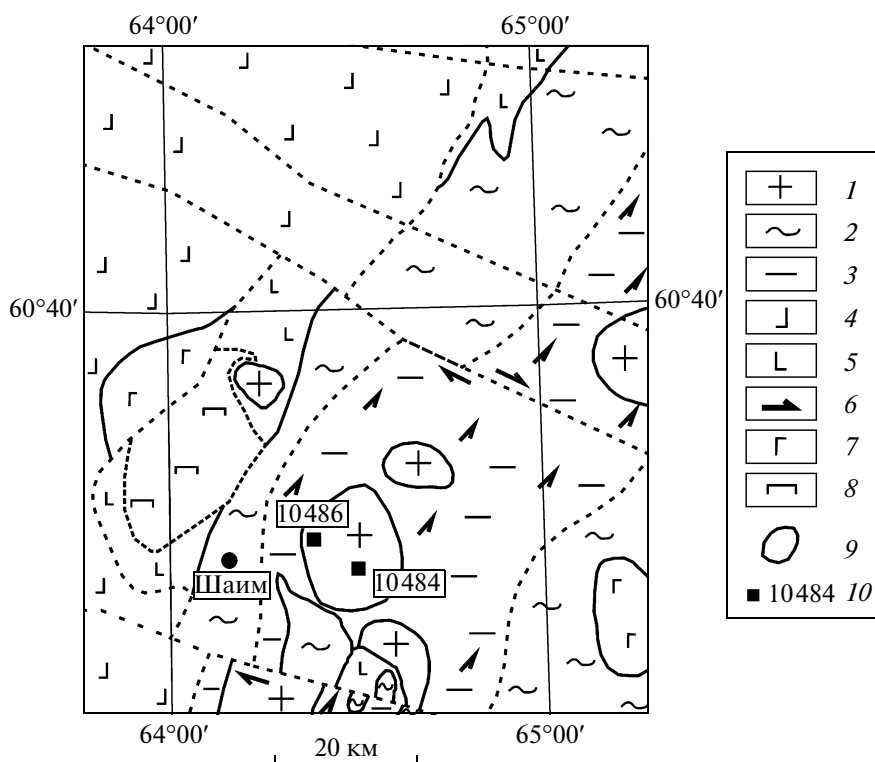


Рис. 1. Схематическая геологическая карта доюрского фундамента Шаимского нефтегазового района.

Условные обозначения: 1 – гранитоиды, ранняя пермь; 2 – палеозойские терригенно-сланцевые формации; 3 – метаморфическое сланцевое обрамление гранитоидов; 4 – базальты нижнего триаса; 5 – основные эффузивы среднего и нижнего палеозоя; 6 – направления сдвигов; 7 – габбро, габбро-долериты; 8 – серпентиниты; 9 – контуры гранитных и габброидных массивов; 10 – скважины и их номера.

фации зеленосланцевого метаморфизма, поскольку никаких других преобразований гранитоидов в этой структурно-формационной зоне не отмечалось.

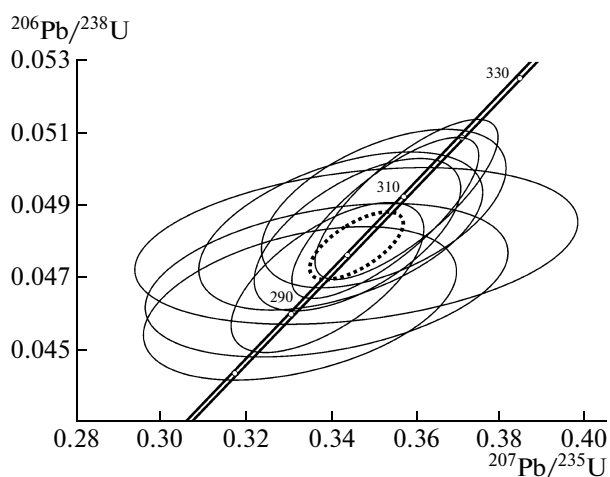


Рис. 2. График с конкордией для цирконов из граносиенитов (проба Ок10486/1734) Шаимского района Западной Сибири.

Конкордантный возраст 301.6 ± 3.6 млн. лет.

Уранинит образует мелкие изометричные округлые зерна размером до 20 мкм в матрице слюды и в редких случаях отмечается на контакте с крупными индивидами титанита. Никаких следов зональности или вторичных изменений в уранините не наблюдается. Без анализатора зерна непрозрачны и вокруг них отмечаются плеохроичные дворики. Полученный состав уранинита приведен в табл. 2 (аналитик В.В. Хиллер, под руководством С.Л. Вотякова); минерал отличается высоким содержанием тория, свинца и церия.

В уранините отмечают небольшие примеси циркония, иттрия, лантана, гафния, железа и кремния. Сумма анализов обычно не превышает 93–94%, что позволяет предполагать присутствие в минерале шестивалентного урана и воды. Это подтверждается тем, что общий спектр, прописанный по зернам уранинита, никаких других элементов (кроме приведенных в табл. 2) не показывает. Состав уранинитов с суммами от 93 до 98% достаточно типичен [8, 9 и др.].

Химическое датирование уранинита является первым методом по определению абсолютного возраста, который разработал в 1911 г. А. Холмс (см. [9 и др.]). С тех пор и до нашего времени его успешно применяют для датирования гидротер-

Таблица 1. Изотопные U–Pb-данные (SHRIMP-II) для цирконов из граносиенитов Окуневской площади (проба Ок10486/1734)

Точка анализа	$^{206}\text{Pb}_c$, %	U	Th	$^{232}\text{Th}/^{238}\text{U}$	$^{206}\text{Pb}^*$, г/г	(1) $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ -возраст		D, %
		г/г						
1.1	0.09	1437	817	0.59	58.1	296.2	± 5.3	1
2.1	0.00	1061	516	0.50	44.3	306.2	± 5.5	1
2.2	0.28	987	487	0.51	41	303.4	± 5.3	–5
3.1	0.15	563	345	0.63	23.7	308.1	± 5.6	–5
3.2	0.56	1094	559	0.53	45.3	301.5	± 5.4	0
3.3	0.32	1731	1510	0.90	47.2	201	± 3.6	44
4.1	1.59	1735	954	0.57	51	213.6	± 3.9	–1
5.1	0.25	1081	671	0.64	43.1	291.7	± 5.3	0
5.2	0.23	700	292	0.43	29.1	304.2	± 5.5	–15
6.1	–	1077	572	0.55	45.5	309.5	± 5.5	3
6.2	2.29	2164	1337	0.64	54.3	181.5	± 3.4	–128
7.1	2.07	1132	573	0.52	46.6	295.7	± 5.3	2

Точка анализа	(1) $^{238}\text{U}/^{206}\text{Pb}^*$	± %	(1) $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U}$	± %	(1) $^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$	± %	Rho
1.1	21.26	1.8	0.3391	2.7	0.04703	1.8	0.671
2.1	20.56	1.8	0.3526	2.5	0.04865	1.8	0.733
2.2	20.75	1.8	0.3459	2.9	0.04819	1.8	0.623
3.1	20.43	1.9	0.352	3.4	0.04896	1.9	0.551
3.2	20.88	1.8	0.346	6.1	0.04789	1.8	0.301
3.3	31.58	1.8	0.2274	3.7	0.03166	1.8	0.494
4.1	29.68	1.9	0.234	6.3	0.03369	1.9	0.297
5.1	21.6	1.9	0.333	4.5	0.04629	1.9	0.414
5.2	20.7	1.9	0.342	3.9	0.04831	1.9	0.470
6.1	20.33	1.8	0.3576	2.4	0.04919	1.8	0.758
6.2	35.03	1.9	0.177	8.1	0.02855	1.9	0.231
7.1	21.31	1.8	0.339	5.1	0.04693	1.8	0.363

Примечания. Погрешности $\pm 1\sigma$; Pb_c и Pb^* – обыкновенный и радиогенный свинец; погрешности калибровки относительно стандартов 0.29%; D – дискордантность; Rho – коэффициент корреляции отношений $^{207}\text{Pb}^*/^{235}\text{U} - ^{206}\text{Pb}^*/^{238}\text{U}$; (1) коррекция с использованием ^{204}Pb . Обработку экспериментально полученных U–Pb-данных и построение графика с конкордией осуществляли с использованием программы ISOPLOT/EX, ver.3.66.

мальных урановых месторождений. Сейчас химический метод испытывает свой ренессанс в связи с появлением современных микроанализаторов со встроенными программами расчета возраста. Это позволяет в принципе получать датировки любых акцессорных U–Th-минералов размером не менее 5–10 мкм, т.е. не менее толщины электронного пучка [10, 11 и др.]. Согласно основному постулату данного метода, считается, что весь свинец в минерале является радиогенным, образовавшимся за счет распада тория и урана, а также что минерал в процессе эволюции не терял радиогенный свинец, т.е. Th–U–Pb-система в минерале оставалась закрытой.

Рассчитанные значения химического возраста по ураниниту из граносиенитов фундамента Шаимского района Западной Сибири попадают в достаточно узкий интервал $294 \pm 8 - 302 \pm 8$ млн. лет. Показательно, что все значения химического U–Pb-возраста находятся в пределах интервала абсолютного возраста, располагающегося между изохронной Rb–Sr (284.7 ± 5.4 млн. лет) и U–Pb-датировками по циркону (301.6 ± 3.6 млн. лет), разница между которыми, по всей видимости, обусловлена разными температурами закрытия этих изотопных систем в процессе остывания гранитоидного плутона.

Таким образом, нами впервые для Западно-Сибирской платформы получена реперная дати-

Таблица 2. Химический состав (мас. %) и возраст уранинита из граносиенита (проба Ок 10486/1734)

Компонент	Номер анализа				
	1	2	3	4	5
ZrO ₂	0.80	0.93	1.21	—	1.13
Y ₂ O ₃	1.00	1.07	0.99	1.10	0.97
HfO ₂	—	0.04	—	—	0.03
La ₂ O ₃	0.41	0.47	0.45	0.14	0.47
Ce ₂ O ₃	3.36	3.53	3.62	1.44	3.59
PbO	3.11	3.10	2.86	3.30	2.90
ThO ₂	9.62	7.20	15.08	8.22	16.04
UO ₂	74.57	74.73	66.47	77.53	67.52
FeO	0.62	0.63	0.85	1.01	0.46
SiO ₂	0.07	0.12	0.26	0.18	0.08
Сумма	93.90	92.22	92.15	93.28	93.51
Возраст, млн. лет	294	295	295	302	294

Примечание. Микронзонд Cameca SX-100 (ИГГ УрО РАН), погрешность 8 млн. лет.

ровка гранитов. Все четыре геохронологических метода дали сходящиеся результаты, показывающие, что внедрение и остывание наиболее распространенных в регионе граносиенит-гранитных массивов, консолидировавших палеозойские комплексы всей огромной территории будущего Западно-Сибирского мегабассейна, происходило на границе позднего карбона и ранней перми (соответствующей 299.0 ± 0.8 млн. лет, по [12]). Это позволяет уточнить историю тектонической эволюции [2, 13 и др.] и характер сочленения структур Урала, Казахстана и Алтая в фундаменте Западно-Сибирского нефтегазоносного мегабассейна.

Приведенные результаты еще раз показывают достаточно высокую надежность и большой потенциал химического U—Pb-датирования по ураниниту на современном этапе развития метода.

Мы благодарим С.Л. Вотякова и М.Ф. Печеркина за содействие исследованиям и Н.В. Родионова за проведение анализов цирконов.

Работа выполнена в рамках программы РАН № 20 “Создание и совершенствование методов химического анализа”, при поддержке РФФИ (грант 08–05–00019) и интеграционной программы УрО–СО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Конторович А.Э., Нестеров И.И., Салманов Ф.К. и др.* Геология нефти и газа Западной Сибири. М.: Недра, 1975. 690 с.
2. *Иванов К.С., Коротеев В.А., Печеркин М.Ф. и др.* // Геология и геофизика. 2009. Т. 50. № 4. С. 484–501.
3. *Арешев Е.Г., Гаврилов В.П., Донг Ч.Л. и др.* Геология и нефтегазоносность фундамента Зондского шельфа. М.: Нефть и газ, 1997. 288 с.
4. *Иванов К.С., Кормильцев В.В., Федоров Ю.Н. и др.* В кн.: Пути реализации нефтегазового потенциала ХМАО. Ханты-Мансийск, 2003. Т. 1. С. 102–113.
5. *Иванов К.С., Ерохин Ю.В., Федоров Ю.Н., Пономарев В.С.* В кн.: Эндогенное оруденение в подвижных поясах. XIII Чтения А.Н. Заварицкого. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 9–13.
6. *Williams I.S.* // *Revs Econ. Geol.* 1998. V. 7. P. 1–35.
7. *Федоров Ю.Н., Криночкин В.Г., Иванов К.С. и др.* // ДАН. 2004. Т. 397. № 2. С. 239–242.
8. *Evins L.Z., Jensen K.A., Ewing R.C.* // *Geochim. et cosmochim. acta.* 2005. V. 69. № 6. P. 1589–1606.
9. *Kempe U.* // *Contribs Mineral. and Petrol.* 2003. V. 145. P. 107–118.
10. *Bowles J.F.W.* // *Chem. Geol.* 1990. V. 83. P. 47–53.
11. *Suzuki K., Adachi M.* // *Geochem. J.* 1991. V. 25. P. 357–376.
12. *Gradstein F.M., Ogg J.G., Smith A.G.* // *Episodes.* 2004. V. 27. № 2. P. 83–100.
13. *Добрецов Н.Л.* // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 1/2. С. 5–27.