

Представляется интересным факт сходства акцессорной минерализации сульфидсодержащих пород интрузива с минерализацией участка «Домашний», расположенного на южном берегу губы Поньгомы, вблизи д. Поньгома. U-Th-P3Э минерализация этого объекта связана с гнейсогранитами, содержащими уранинит, торит, колофан, монацит, ортит, циркон, а также пирит, ильменит, галенит и молибденит. Вероятно, сходство этих ассоциаций и минерализации в контактовой зоне интрузива ЮК отражает существование общего фактора, повлиявшего на формирование обеих рудных зон, и заслуживает определенного внимания.

Возможно, существует поздняя субширотная зона повышенной проницаемости, включающая северный и южный берега губы Поньгома. Наблюдаемое в аншлифе габбропегматита обрастание зерен ильменита цирконом (рис.), по-видимому, отражает относительно позднее образование последнего и ассоциирующего с ним монацита по отношению к породообразующим и, возможно, сульфидным минералам габброноритов. Изотопное изучение этих цирконов, вероятно, могло бы определить верхнюю возрастную границу рудного процесса.

Приведенные данные показывают, что среди сульфидных минералов контактовой зоны интрузива Юдомнаволока – Кузема присутствуют минералы Au, Ag, и МПГ, что повышает интерес к данному рудопроявлению и свидетельствует о необходимости более детального его изучения.

Литература

1. *Ефимов А.А.* Геологическое строение, условия формирования и платиноносность Ковдозерского базит-гипербазитового массива (Северо-Западное Беломорье) // Автореф. Канд. дисс. Воронеж. 1999. 21 с. 1999.
2. *Металлогения Карелии* // Под ред. С.И.Рыбакова, А.И.Голубева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1999. 340 с.
3. *Рыбаков С.И., Голубев А.И., Лавров М.М., Слюсарев В.Д., Степанов В.С., Трофимов Н.Н.* Платиноиды в докембрийских комплексах Карелии // *Минерагения магматических и метаморфических пород докембрия Карелии*. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1994. С. 77-105.
4. *Степанов В.С.* Основной магматизм докембрия Западного Беломорья. Л. Наука, 1981, 216 с.

Важнейшие эволюционные тенденции в минерагении гранитных пегматитов от раннего докембрия до кайнозоя

Ткачев А.В.

Государственный геологический музей им. В.И.Вернадского РАН,
г. Москва, e-mail: tkachev@sgm.ru

После основополагающих работ А.Е.Ферсмана [5] и К.Ландеса [9], в которых на базе очень неточных по современным меркам данных о возрасте пегматитов по всему миру были изложены в самых общих словах представления об эволюции минерагении гранитных пегматитов в геологической истории Земли, этот вопрос не очень часто, но все же неоднократно освещался в специальной литературе. Но только в начале последней четверти XX в. появились революционные для своего времени работы [2, 3], где впервые количественно оценивалась интенсивность формирования гранитных пегматитов в геологическом времени, и, помимо того, анализировались глобальные закономерности формационной эволюции пегматитовых месторождений. Тем не менее, по мере накопления новой геологической и геохронологической информации, становилось понятно, что и в этих работах фактологическая основа не в полной мере корректна и потому не позволяет с достаточной точностью увязать известные эволюционные тенденции с глобальными изменениями в геологических и тектонических процессах на Земле. К тому же некоторые тенденции не были даже проанализированы с точки зрения причинно-следственных связей.

Благодаря синтезу самых современных данных о геологии и, особенно, геохронологии месторождений гранитных пегматитов и районов их локализации по всему миру, нам удалось скорректировать представления предшественников о тенденциях эволюции минерагении гранитных пегматитов и найти объяснения для важнейших из них.

Анализировались данные только по пегматитовым полям, которые имеют доказанную промышленную минерализацию или признаки ее потенциального наличия независимо от вида полезных ископаемых – редких элементов, камнесамоцветного или горно-технического сырья. При отборе геохронологических данных предпочтение отдавалось результатам анализов U-(Th)-Pb изотопно-геохимических систем в минералах с высокой температурой их закрытия и высокой устойчивостью к внешним тепловым и химическим атакам – циркон, монацит-ксенотим, танталониобаты, касситерит, а также данные Re-Os метода по молибдениту. Датировки, полученные другими методами (K-Ar, Ar-Ar, Rb-Sr, Sm-Nd) по минералам с более низкими температурами закрытия изотопных систем и относительно слабой устойчивостью к внешним воздействиям, далеко не всегда достаточно близко отражают время магматической кристаллизации на значительных глубинах и потому часто занижают его возраст датировки, как это, например, было показано в [1]. Тем не менее, такие датировки также в некоторых случаях использовались в нашем анализе, но только при наличии других независимых геологических и геохронологических данных, подтверждающих высокую вероятность их хорошего соответствия времени образования пегматитовых жил. В большинстве случаев это было использовано для фанерозойских пегматитов. Всего в анализ включено почти 300 анализов по пегматитам и гранитоидам их материнских комплексов 141 пегматитового поля, что с учетом экстраполяции на соседние объекты, относимые к тем же материнским комплексам, но не имеющим прямых датировок необходимого уровня достоверности, дало статистическую выборку в 739 объектов. Для дальнейшего анализа этот массив данных, в зависимости от целей, использовался в виде диаграмм с пошаговой генерализацией 100, 50 и 25 млн лет.

Для проверки корректности этой выборки собранные данные были сопоставлены с результатами обработки датировок корового магматизма со всего мира, базирующихся на 9808 частных определениях, среди которых существенно преобладают U-(Th)-Pb датировки [1]. Сопоставление, приведенное на рис. 1, показало их очень хорошую сходимость (совпадение пульсирующей интенсивности), что должно свидетельствовать о достаточной представительности выборки по пегматитовым месторождениям.

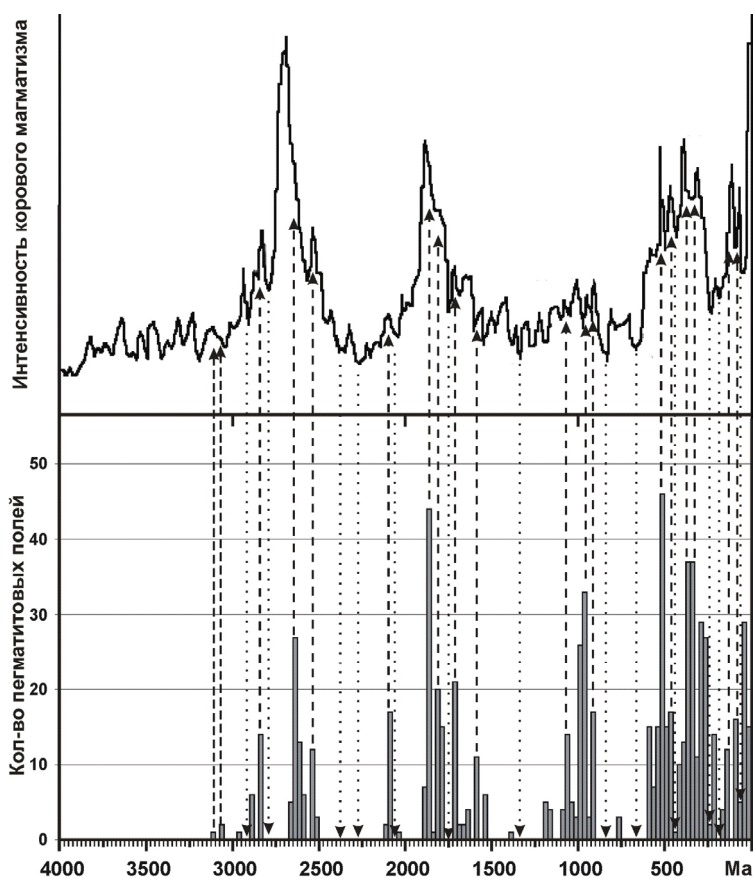


Рис. 1. Сопоставление геохронологических данных по пегматитовым месторождениям (это исследование, шаг генерализации – 25 млн лет) и глобальному коровому магматизму по [1]. Линии корреляции интенсивностей: пунктирные – максимумы, точечные – минимумы.

Сравнение с данными [2, 3] на рис. 2, демонстрирует заметные различия в положении главных и второстепенных максимумов интенсивности, «заполненности» геологического времени, положении самого раннего всплеска продуктивного пегматитообразования и ряд других несоответствий между сравниваемыми данными.

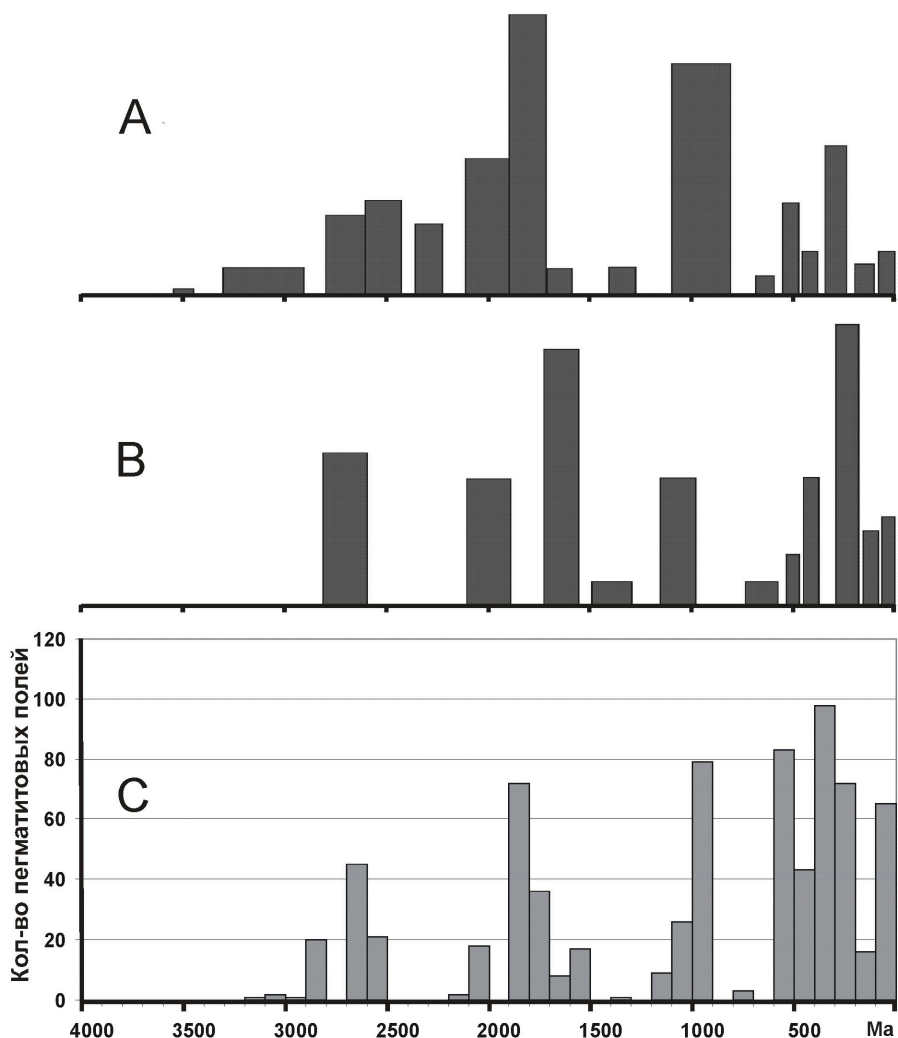


Рис. 2. Интенсивность формирования месторождений гранитных пегматитов в геологическом времени по данным разных авторов. А - по [3], В - по [2], С – это исследование (шаг генерализации 100 млн лет).

Проведенный анализ обстановки формирования первых на Земле минерализованных пегматитов (пояс Барбертон и его обрамление) показал, что редкометалльные пегматиты начали образовываться только там, где появились древнейшие крупномасштабные аккумуляции терригенных толщ, которые могли, наряду с другими супракрустальными и инфракрустальными породами, вовлекаться во внутрикоровые анатектические процессы. И хотя очень часто в орогенных поясах месторождения гранитных пегматитов, в т.ч. с промышленно-интересными запасами полезных ископаемых, локализованы не в метатерригенных, а совсем других, нередко весьма отличных (амфиболиты, анортозиты, мраморы и т.д.) по составу породах, тем не менее, при широком рассмотрении геологии пегматитового района всегда обнаруживаются значительные по мощности метапелит-метапсаммитовые пачки. Это не значит, что только осадочные породы участвуют в генерации продуктивных материнских магм, но их вклад флюидных и рудообразующих компонентов в анатектическую смесь, по-видимому, является критичным для успешного завершения рудогенерирующего пегматитового процесса.

До сих пор в литературе никогда не поднимался вопрос о цикличности процессов пегматитогенеза в земной коре. Автору удалось наметить, по крайней мере, два таких ряда (рис. 3). Эта цикличность наиболее наглядно проявляется, когда собранные данные генерализованы с шагом 50 млн лет. Было установлено, что абсолютные максимумы интенсивности попадают в следующие интервалы (млрд лет): 2.65-2.60, 1.90-1.85, 1.00-0.95, 0.55-0.50 и 0.30-0.25. Если исключить интервал 0.55-0.50 млрд лет, то остальные находятся на расстоянии 0.8 ± 0.1 млрд лет, т.е. формируют квазирегулярную цикличность. С другой стороны, выпавший из этой последовательности пик 0.55-0.50 вместе с пиками второго порядка (млрд лет) 1.20-1.15, 2.10-2.05 и 2.85-2.80 формируют ряд с практически такой же продолжительностью цикла, как и у первого ряда максимумов. Примечательным является факт, что максимумы второго ряда формируют пегматитовые поля, локализованные только в «гондванской» группе континентов. Максимумы первого ряда более универсальны, но «вклад» пегматитовых полей континентов «лавразийской» для них более существенен. То есть существует некоторая асинхронность в проявлении пегматитогенеза в орогенах этих двух групп континентальных блоков.

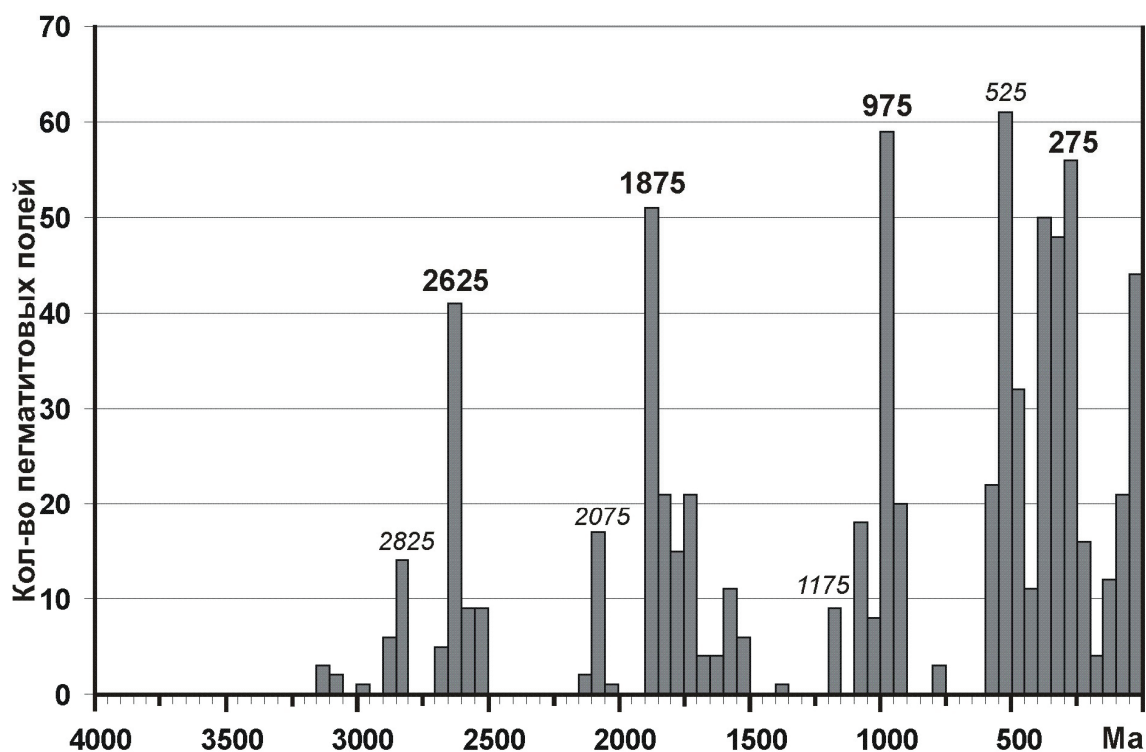


Рис. 3. Периодичность интенсивности пегматитообразующих процессов в истории Земли.

Числа над пиками отвечают середине интервала максимальной интенсивности при шаге генерализации 50 млн лет. Курсив – пики для блоков «гондванской» группы, прямой шрифт – пики с преобладанием пегматитовых месторождений в блоках «лавразийской» группы.

Сопоставление наших результатов с существующими представлениями о росте континентальной коры и суперконтинентальных циклах [6, 8] позволяет утверждать, что все основные периоды формирования месторождений гранитных пегматитов приходятся на время формирования суперконтинентов. При этом интервалы 2.65-2.60 и 1.90-1.85 млрд лет совпадают с завершающими фазами импульсов самого интенсивного роста ювенильной континентальной коры в истории Земли. В более молодые эпохи столь же интенсивных всплесков в скорости роста ювенильной континентальной коры больше не наблюдалось – этот процесс происходил волнообразно, но при сильно сглаженной форме кривой [7]. Однако процесс генерации пегматитовых месторождений в орогенах имел не менее, а даже более значительные всплески интенсивности и в неопротерозе, и фанерозое, которые совпали с самыми поздними орогеническими фазами

при формировании суперконтинентов Родиния, Гондвана и Пангея. Из всего этого следует, что среди источников материнских гранитов в постраннедокембрийских орогенах древняя кора и продукты ее разрушения должна была доминировать в большей степени, чем это было в архее и палеопротерозое. Если к этому добавить наблюдение об укорочении с течением времени «пустых» промежутков между импульсами формирования пегматитовых месторождений, а начиная с рубежа 0.6 млрд лет, при шаге генерализации 50 млн лет, полное отсутствие таких интервалов на диаграмме, то можно предположить, что эта интенсификация пегматитогенеза обусловлена достижением к этому рубежу блоками континентальной коры на Земле критического значения своей суммарной площади, которое обеспечивало почти в любой период времени, кратный 50 млн лет (для большей части фанерозоя и при кратности 25 млн лет) взаимодействие какой-то части этих блоков с образованием орогенных поясов и, как следствие, формирование пегматитовых месторождений.

Другая серия тенденций была выявлена при анализе особенностей эволюции основных формаций месторождений гранитных пегматитов, а именно: 1) постепенная деградация редкометалльной формации от неархея к кайнозою; 2) первое появление мусковитовой формации с месторождениями высококачественной листовой слюды в палеопротерозое, постепенная деградация этой формации к середине фанерозоя и полное отсутствие ее месторождений в мезозойско-кайнозойских орогенных комплексах; 3) появление в орогенах пегматитов миароловой формации лишь в конце мезопротерозоя и редкометалльно-миароловой в конце неопротерозоя, а также нарастающее доминирование их месторождений в пегматитовых провинциях от кембрия к неогену. Все они свидетельствуют о глобальных изменениях в условиях кристаллизации гранитных пегматитов в орогенных поясах [4]. Широкое с нарастающей интенсивностью распространение в фанерозойских орогенах редкометалльных гранитов по периферии, а иногда и вместо пегматитовых поясов, по-видимому, из того же ряда событий.

Все это, в конечном счете, находит объяснение, если использовать модели развития орогенов, учитывающих существенные различия в их плотностных вертикальных разрезах в зависимости от возраста [10], что, в свою очередь обусловлено эволюцией теплового режима континентальной литосферы – ее постепенным охлаждением от архея к кайнозою.

Литература

1. Балашов Ю.А., Глазнев В.Н. Эндогенные циклы в проблеме корообразования // Геохимия. 2006. №2. С.131-140.
2. Гинзбург А.И., Тимофеев И.Н., Фельдман Л.Г. Основы геологии гранитных пегматитов. М.: Недра, 1979. 296 с.
3. Овчинников Л.Н., Вороновский С.Н., Овчинникова Л.В. Радиогеохронология гранитных пегматитов // ДАН СССР. 1975. Т. 223. № 5. С.1202-1205.
4. Ткачев А.В. Эволюция металлогении гранитных пегматитов в истории Земли в контексте современных данных по геохронологии и геологии месторождений и районов их локализации // Гранитные пегматиты: проблемы геологической теории и практики. М.: ВИМС. 2008. С. 13-62.
5. Ферсман А.Е. Пегматиты: их научное и практическое значение. Т.1. Гранитные пегматиты. Л.: Изд-во АН СССР. 1931. 665 с.
6. Condie K.C. Episodic continental growth and supercontinents: a mantle avalanche connection? // Earth Planet. Sci. Lett. 1998, V.163. P. 97–108.
7. Condie K.C. Continental growth during formation of Rodinia at 1.35–0.9 Ga // Gondwana Res. 2001. V. 4. P. 5–16.
8. Condie K.C. The supercontinent cycle: are there two patterns of cyclicity? // J. African Earth Sci. , 2002. V. 35. P.179–183.
9. Landes K.K. Age and distribution of pegmatites // Amer. Miner. 1935. V. 20. P. 81-105, 153-175.
10. Poudjom Djomani Y.H., O'Reilly S.Y., Griffin W.L., Morgan P. The density structure of subcontinental lithosphere through time // Earth Planet. Sci. Lett. 2001. V. 184. P. 605-621.