

**ЗАВИТАЯ И ДУРУЛГУЙ – ДВА ПЕТРОГЕНЕТИЧЕСКИХ ТИПА
РЕДКОМЕТАЛЛЬНЫХ ГРАНИТНО-ПЕГМАТИТОВЫХ СИСТЕМ В
ВОСТОЧНОМ ЗАБАЙКАЛЬЕ**

В.Е. Загорский¹, А.В. Травин^{2,3,4}

1– Институт геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН, 664033, г. Иркутск, а/я 304, ул. Фаворского, 1А, Россия;

2– Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН СО РАН, 630090, г. Новосибирск, пр-т акад. Коптюга, 3, Россия;

3– Новосибирский государственный университет, 630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2, Россия;

4– Томский государственный университет, 634050, г. Томск, просп. Ленина, 36, Россия

На основе детального изучения геологических взаимоотношений гранитов и пегматитов и их изотопного датирования выделены два петрогенетических типа гранитно-пегматитовых систем: 1) - вариант тесной генетической связи, когда расплавы гранитов и пегматитов, являясь продуктами эволюции кислой магмы в глубинных магматических очагах, внедряются на более высокие уровни коры совместно и кристаллизуются одновременно (Дурулгуевская гранитно-пегматитовая система); 2) - вариант парагенетической связи пегматитов с гранитами при последовательном их внедрении из одного или нескольких магматических очагов единой магматической колонны (Завитинская полихронная гранитно-пегматитовая система).

гранит, пегматит гранитно-пегматитовые системы, геохронология, рифтогенез, Забайкалье

**ZAVITAYA AND DURULGUY – TWO PETROGENETIC TYPES OF GRANITE-
PEGMATITE SYSTEMS, EASTERN TRANSBAIKALIA, RUSSIA**

V.Ye. Zagorsky, A.V. Travin

Two petrogenetic types of granite-pegmatite systems are divided on the basis of geochronological dating and detail study of geological interrelations of granites and pegmatites: 1) the variant of close genetic link, when granitic and pegmatitic melts are coexistence products of acid magma evolution within deep magmatic chambers, and they intrude on to the more high levels of earth crust together and crystallize simultaneously (the Durulguy granite-pegmatite system); 2) the variant of paragenetic link of granites and pegmatites under their successive intrusion from one or several magmatic chambers of united magmatic column (the Zavitaya polychronous granite-pegmatite system).

granite, pegmatite, granite-pegmatite systems, geochronology, rifting, Transbaikalia

Пространственная связь пегматитов с ареалами гранитоидного магматизма является основанием для выделения гранитно-пегматитовых систем в качестве специфического типа рудно-магматических систем. Под гранитно-пегматитовыми системами понимаются участки (объемы) геологического пространства в земной коре, в которых процессы эволюции кислых расплавов сопровождаются образованием пегматитов. Поскольку пегматиты образуются в очень широком диапазоне геологических и термодинамических условий, особенности их связи

с гранитами характеризуются большим разнообразием. Первично магматическая природа пегматитов в настоящее время практически не оспаривается. Традиционно большинством исследователей считается, что пегматитовые расплавы формируются на основе гранитной магмы в качестве её эманационно-кристаллизационного остатка. Однако возможности данной модели трансформации гранитной магмы в пегматитовую магму оказываются явно недостаточными для удовлетворительного объяснения неоднозначности характера связи пегматитов с гранитами. В частности, в отличие от сингенетических внутригранитных камерных пегматитов, в крупных полях редкометалльных пегматитов их связь с гранитами нередко очень ослаблена и даже проблематична, хотя обычно в генетическом аспекте она всё же подразумевается. Решение вопроса о «материнских» (пегматитоносных) гранитах часто основывается на пространственной близости пегматитов к тому или иному массиву гранитов, однако при отсутствии надежных изотопно-возрастных датировок для тех и других оно нередко оказывается ошибочным. Неясными остаются механизмы экстремального концентрирования и транспортировки огромных количеств редких элементов в локальные очаги при образовании крупных и уникальных пегматитовых месторождений. Известны поля, где при очень большой совокупной массе пегматитов какие-либо граниты вообще отсутствуют, либо гранитов много, но нет близких по возрасту пегматитам. Корректное решение проблемы генетической связи пегматитовых полей и месторождений с гранитами, а также места гранитно-пегматитовых систем в геодинамической истории того или иного региона возможно только на основе достаточного количества изотопно-геохронологических данных для ведущих разновидностей кислых пород, объединяемых по геологическим признакам в ту или иную гранитно-пегматитовую систему.

Имеющиеся материалы и теоретические предпосылки позволяют наметить четыре наиболее вероятных варианта (сценария) пространственно-временных и генетических взаимоотношений пегматитов с гранитами, т.е. четыре петрогенетических типа гранитно-пегматитовых систем: тип I – вариант прямой генетической связи с образованием небольших объемов сингенетических пегматитов в результате внутрикамерной дифференциации гранитной магмы на уровне становления массивов; тип II – вариант тесной генетической связи, когда расплавы гранитов и пегматитов, являясь продуктами эволюции кислой магмы в глубинных магматических очагах, внедряются на более высокие уровни коры совместно; тип III – вариант парагенетической связи пегматитов с гранитами при последовательном их внедрении из одного или нескольких магматических очагов единой магматической колонны (полихронные гранитно-пегматитовая системы); тип IV – вариант автономного пегматитового импульса в истории магматизма пегматитоносных структур, с разрывом во времени между гранитами и пегматитами от десятков до сотен млн лет [2, 5]. Однако они требуют для своего обоснования дополнительных детальных геолого-геохронологических исследований, по результатам которых количество выделенных типов может быть несколько увеличено или, наоборот, сокращено.

Настоящий доклад посвящен двум редкометалльным гранитно-пегматитовым системам в Восточном Забайкалье, существенно различающимся по характеру связи

пегматитов с гранитами – Завитинской и Дурулгуевской. Обе они расположены в пределах Агинской структурной зоны и, также как другие редкометалльные пегматитовые поля Забайкальской провинции, связываются с верхнемезозойским кукульбейским магматическим комплексом. К производным этого же комплекса относятся широко известные Орловское и Этыкинское месторождения танталоносных гранитов.

Завитинская гранитно-пегматитовая система с одноименным крупным литиевым месторождением сподуменовых пегматитов расположена в северной краевой части Ононского террейна (Агинского массива), который облекается двумя ветвями Монголо-Охотской сутуры с существенным сдвиговым компонентом, сформировавшейся в результате коллизии Сибирского кратона и Монголо-Китайского континента в юрское время [4]. Завитинское пегматитовое поле вытянуто в субширотном направлении (~ 20 x 7 км) вдоль Ингода-Шилкинской ветви Монголо-Охотской шовной зоны, к которой оно непосредственно примыкает с юга. Вмещающими породами для гранитов и пегматитов служат метатерригенные образования номоконовской, каменской и комользинской свит позднего триаса с прослоями превращенных в сланцы кислых метавулканитов, а также секущие их дайковые тела лампрофиров.

В пределах пегматитового поля выделяются три разновидности гранитов, ассоциация которых является типичной для редкометалльных гранит-пегматитовых систем Восточного Забайкалья: 1) порфировидные биотитовые и амфибол-биотитовые гранодиориты-граниты (далее – граниты 1); 2) двуслюдяные субщелочные граниты-лейкограниты (граниты 2); 3) мусковитовые, участками мелкопегматоидные субщелочные граниты-лейкограниты с гранатом (граниты 3). Граниты 1 образуют относительно крупные тела (массивы) на западном и восточном флангах пегматитового поля, тогда как граниты 2 и 3 слагают гораздо более мелкие обособленные штокообразные тела в его центральной части. По минеральному составу и текстурным особенностям выделено три типа пегматитов: 1) неравнозернистые (до блоковых) калишпатовые либо двуполевошпатовые безрудные (тип I); 2) существенно альбитовые с аксессуарными бериллом, касситеритом и колумбитом, иногда сподуменом (тип II); 3) полосчатые сподумен-альбитовые аплит-пегматиты литиеносные (тип III). Пегматиты I образуют самостоятельные жильные тела, а также слагают апофизы гранит-пегматитовых тел сложной формы с непостоянными объемными соотношениями гранитов 3 и безрудной пегматитовой составляющей, границы между которыми весьма расплывчаты. Многочисленные жилы пегматитов II типа характерны в основном для западной части поля. Редкометалльные пегматиты III типа, слагающие Завитинское литиевое месторождение, образуют «свиту» крупных сблизженных жил северо-западного простирания протяженностью около 2,5 км, которая круто падает на северо-восток, под расположенный над ней «этаж», насыщенный лейкогранитами, безрудными и содержащими аксессуарную редкометалльную минерализацию (Be, Sn) пегматитами. Согласно результатам U-Pb-датирования гранитоидов Завитинской гранитно-пегматитовой системы (табл. 1) длительность её формирования составляет ~40 млн лет. Значительные временные разрывы установлены между гранитами 1 и 2 (21,5 млн л.), между гранитами 2 и 3 (7,5 млн л.), между гранитами 3 и безрудными

пегматитами, с одной стороны, и сподумен-альбитовыми пегматитами – с другой (10 млн л.). Таким образом, Завитая является примером *полихронного типа* гранитно-пегматитовых систем, для которого характерна парагенетическая связь пегматитов с гранитами при последовательном их внедрении из одного или нескольких взаимосвязанных очагов в пределах единой магматической колонны [2, 5]. Формирование Завитинской гранитно-пегматитовой системы совпадает с периодом смены геодинамических режимов в регионе на рубеже J₂-K₁: возраст самых ранних гранитных членов системы соответствует времени завершения коллизии, тогда как образование сподуменовых пегматитов – этапу нижнемелового рифтогенеза, широко проявленного в Забайкалье [3, 4].

Таблица 1. **Возраст гранитов и пегматитов Завитинской и Дурулгуевской гранитно-пегматитовых систем**

<i>Завитая [3]</i>		<i>Дурулгуй [авторские данные]</i>			
<i>U-Pb-метод (SHRIMP-II)</i>		<i>⁴⁰Ar/³⁹Ar-метод</i>			
Порода	Возраст, млн лет	Порода	Минерал	³⁹ Ar, %	Возраст плато, млн лет
Порфириовидный биотитовый гранит 1	169 ± 3,0	Порфириовидный биотитовый гранит	биотит	99,8	131,2 ± 1,5
		Мелкозернистый биотитовый гранит	биотит	71,7	128,5 ± 1,4
Двуслюдяной гранит 2	147,5 ± 3,1	Двуслюдяной лейкогранит	мусковит	97,7	130,1 ± 1,4
Мусковитовый гранит 3	140,0 ± 3,0				
Безрудный пегматит I	139,6 ± 3,1				
Сподумен-альбитовый пегматит III	129,6 ± 2,7	Альбитовый пегматит	мусковит	99,6	129,7 ± 1,3

Примечание. ³⁹Ar – доля изотопа, соответствующая интервалу плато (% от общего количества выделенного ³⁹Ar). Анализы выполнены в Институте геологии и минералогии СО РАН.

Дурулгуевская гранитно-пегматитовая система, расположенная в центральной части Ононского террейна, объединяет изометричный в плане Дедовогорский гранитный массив площадью около 30 км² и Дурулгуевское пегматитовое поле в его восточном экзоконтакте. Граниты и пегматиты залегают среди слабо метаморфизованных переслаивающихся песчаников и алевролитов зуткулейской свиты (триас). Гранитный массив локализован в области сочленения Ималкинского разлома северо-западного простирания с более крупным Дурулгуй-Кубухайским разломом северо-восточного простирания, к которому массив примыкает с северо-запада. Плоскость сместителя Дурулгуй-Кубухайского разлома погружается на юго-восток, под вытянутую вдоль этого разлома Дурулгуевскую впадину,

выполненную отложениями нижнего мела (конгломераты, песчаники, алевролиты, базальты) [1]. Большая часть Дедовогорского массива сложена порфиридовидными биотитовыми гранитами. В восточной краевой его части, к которой примыкает пегматитовое поле, развиты мелкозернистые биотитовые граниты и двуслюдяные, переходящие иногда в мусковитовые, лейкограниты. Двуслюдяными и мусковитовыми лейкогранитами сложены также северо-западные части дайкообразных апофиз массива. По простиранию этих тел, с удалением от контакта гранитного массива двуслюдяные лейкограниты сменяются мусковитовыми разновидностями, в которых появляются во всё возрастающем количестве кварц-полевошпатовые пегматоидные обособления. В таких гранит-пегматитовых телах северо-западные фланги сложены гранитом, а юго-восточные – пегматитом. Дурулгуевское пегматитовое поле представлено «свитой» жильных тел, расширяющейся в виде веера в юго-восточном направлении. Пегматитовые жилы часто ветвятся, вновь сливаются, соединяются апофизами, но никогда не секут друг друга. По минеральному составу выделяются три типа пегматитов: микроклиновый, микроклин-альбитовый и альбитовый. Пегматиты последних двух типов являются рудами Чалотского месторождения бериллия. Для пегматитового поля характерна зональность. По простиранию жильной серии, в направлении с северо-запада на юго-восток (продольная зональность), а также вкрест ее простирания, с удалением от гранитов на северо-восток (поперечная зональность), происходит последовательная смена гранит-пегматитов пегматитами микроклинового, микроклин-альбитового и альбитового типов. Элементы этой зональности проявляются также по простиранию отдельных жильных тел, разные части которых сложены пегматитами микроклинового и микроклин-альбитового либо микроклин-альбитового и альбитового парагенетических типов.

В таблице 1 приведены результаты датирования гранитов и пегматитов $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ методом. Возраст плато изученных образцов укладывается в интервал $128,5(\pm 1,5)$ – $131,2(\pm 1,5)$ млн лет, т.е. перекрывается с учетом ошибок определения. Поэтому полученный возрастной интервал следует принять для гранитно-пегматитовой системы в целом. Возрастной интервал Дурулгуевской гранитно-пегматитовой системы допускает возможность её формирования в результате нескольких магматических импульсов, при условии, что разрыв между ними был меньше ошибки определения возраста. Прежде всего, это относится к порфиридовидным и мелкозернистым биотитовым гранитам, с одной стороны, и двуслюдяным/мусковитовым гранитам – с другой, между которыми иногда фиксируются резкие контакты. Гораздо более уверенно по прямым геологическим наблюдениям устанавливаются взаимоотношения двуслюдяных и мусковитовых гранитов с пегматитами. Постепенные фациальные переходы между породами в ряду двуслюдяные граниты → мусковитовые граниты → гранит-пегматиты → микроклиновые пегматиты → микроклин-альбитовые пегматиты → альбитовые пегматиты в пределах, как отдельных жильных тел, так и свиты жильных тел в целом свидетельствуют об их внедрении в течение одного магматического импульса. При этом расплавы, из которых кристаллизовались гранит-пегматиты и пегматиты, представляют собой передовой фронт внедрения гетерогенной магмы. В отличие от Завитинской полихронной гранитно-пегматитовой системы, совокупность гранитов Дедовогорского массива и пегматитов

Дурулгуевского поля представляет собой иной тип гранитно-пегматитовых систем. Таким системам свойственна тесная прямая связь пегматитов с конкретными гранитными массивами при *одинаковом* возрасте гранитов и пегматитов. При этом пегматиты в данном типе гранитно-пегматитовых систем не являются результатом внутрикамерной дифференциации в объеме гранитных массивов, с которыми они пространственно связаны. В этих случаях расплавы пегматитоносных двуслюдяных и/или мусковитовых гранитов и пегматитов, занимающие разное положение на тренде эволюции кислой магмы в глубинных магматических очагах, *совместно* внедряются на более высокие уровни коры, где они кристаллизуются *одновременно*. При этом кристаллизация экзогранитных жильных пегматитовых тел, в связи с их относительно малыми объемами и более быстрым остыванием, может закончиться раньше, чем завершится кристаллизация пегматитоносных гранитов в пределах массива. Таким образом, Завитая и Дурулгуй представляют собой два петрогенетических типа гранитно-пегматитовых систем, отличающихся длительностью их формирования и характером взаимосвязей пегматитов с гранитами. При этом открытым остается вопрос: чем обусловлены столь значительные (на порядок) различия в длительности прохождения Дурулгуевской и Завитинской гранитно-пегматитовой системами одного и того эволюционного пути – от порфириовидных биотитовых гранитов до редкометалльных пегматитов? Возможно, это связано с геодинамической историей формирования изученных гранитно-пегматитовых систем. Завитинская полихронная гранитно-пегматитовая система расположена в северной краевой части Ононского террейна, непосредственно примыкая с юга к Монголо-Охотской сuture, тогда как Дурулгуевская система локализована в центральной части террейна, вдали от конвергентных границ.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проекты РФФИ – Сибирь № 14-45-04144 и № 14-05-00712-а) и СО РАН (интеграционный проект № 123).

ЛИТЕРАТУРА

1. Геологическая карта СССР масштаба 1:200000, лист М-50-ХIII. Москва, 1974.
2. Загорский В.Е., Макагон В.М. // Современные проблемы геохимии. Материалы Всероссийского совещания. Иркутск: Изд-во Института географии им. В.Б.Сочавы СО РАН, 2012. Т. 2. С. 60–63.
3. Загорский В.Е., Владимиров А.Г., Макагон В.М. и др. Крупные поля сподуменовых пегматитов в обстановках рифтогенеза и постколлизиионных сдвигово-раздвиговых деформаций континентальной литосферы // Геология и геофизика, 2014. Т. 55. № 2. С. 303–322.
4. Зорин Ю.А., Беличенко В.Г., Рутштейн И.Г. и др. Геодинамика западной части Монголо-Охотского складчатого пояса и тектоническая позиция рудных проявлений золота в Забайкалье // Геология и геофизика, 1998. Т. 39. № 11. С. 1578–1586.
5. Zagorsky V.Ye. On emplacement of compositionally heterogeneous pegmatite melts: petrogenetic implications // Estudios Geológicos, 2009. V. 19(2). P. 365–369.