

УДК 553. 677 (571.50)

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ КРУПНЫХ МУСКОВИТОНОСНЫХ ПЕГМАТИТОВЫХ ЖИЛ МАМСКОЙ СЛЮДОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

Г.М. Другов<sup>1</sup>, А.И. Сизых<sup>2</sup>, В.А. Буланов<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГУНПП «Иркутскгеофизика», 664007, Россия, г. Иркутск, ул. Декабрьских событий, 29.

<sup>2,3</sup>Иркутский государственный университет, 664003, Россия, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1.

Приведена краткая характеристика основных морфологических групп и необходимые сведения о типоморфных слюдоносных объектах Мамской провинции. В целом уверенно выделены четыре четко различающиеся морфологические группы жил. Изучены геолого-структурные особенности крупных мусковитоносных пегматитовых жил и их вещественный состав.

Высокая глиноземистость среды создает благоприятные физико-химические условия для формирования в пегматитах крупных кристаллов мусковита высокого качества. Непосредственно под глиноземистым экраном и в средней части узла могут формироваться крупные грибовидные плагиоклаз-микроклиновые промышленно-слюдоносные жилы. Повсеместно проявляемый механизм сдвига – вращения и свойства флюидов в экранированных системах определяют довольно простую форму пегматитовых тел: пластинчатую в сколовых разрывах и ступенчатую, часто изогнутую и ветвящуюся, в трещинах отрыва в сочетании с трещинами скола, а для слюдоносных зон – плоско-грибовидную. Это крупные промышленно-слюдоносные жилы типа № 39 на гольце Студенческом, 257а на гольце Незаметном, 138 на гольце Довгакитском, 259а на гольце Рудничном и другие.

В нижних частях структур сдвига – вращения, а значит, и в корневых частях слюдоносных узлов форма пегматитовых тел обычно столбообразная, часто с относительно изометричным сечением и значительной протяженностью на глубину. Ослюденение в них равномерное и выдержанное по мощности и на глубину. Трубочатые жилы часто приурочены к области максимальной деформации – тектонической зоне сдвига (сколов со смещением).

*Ключевые слова:* Мамская слюдоносная провинция; пегматит; жила.

## MORPHOLOGICAL TYPES OF LARGE MUSCOVITE PEGMATITE VEINS OF MAMA MICA-BEARING PROVINCE

G.M. Drugov, I.A. Sizykh, V.A. Bulanov

FGUNPGP “Irkutskgeofizika”, 29 Dekabrskikh Sobytii St., Irkutsk, 664007, Russia.

Irkutsk State University, 1 Karl Marx St., Irkutsk, 664003, Russia.

The article briefly describes main morphological groups and provides relevant information on typomorphic mica-bearing sites of Mama province. Four distinct morphological groups of veins are distinguished. The study is given to geological and structural features of large muscovite-bearing pegmatite veins and their material composition.

High content of alumina in environment creates favorable physico-chemical conditions for the formation of large crystals of high quality muscovite in pegmatites. Large mushroom-shaped plagioclase-microcline industrial mica-bearing veins can be formed just below the aluminous screen and in the middle part of the cluster. Relatively simple shape of pegmatite bodies is determined by the commonly manifested mechanism of shift-rotation and the fluid properties in shielded systems. It is plate-like in shears and stepped (often contorted and branching) in ruptures accompanied with shear fractures. The shape characteristic for pegmatite bodies in mica-bearing areas is

---

<sup>1</sup>Другов Геннадий Михайлович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник ВостСибНИИГГиМС, тел.: 8914948912.

Drugov Gennady, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Senior Researcher of the East Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Raw Materials, tel.: 89149418912.

<sup>2</sup>Сизых Анатолий Иванович, кандидат геолого-минералогических наук, профессор, зав. кафедрой минералогии и петрографии, тел.: 89834164718.

Sizykh Anatoly, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Professor, Head of the Department of Mineralogy and Petrography, tel.: 89834164718.

<sup>3</sup>Буланов Владимир Александрович, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры минералогии и петрографии, тел.: 89642644860.

Bulanov Vladimir, Candidate of Geological and Mineralogical sciences, Associate Professor of the Department of Mineralogy and Petrography, tel.: 8964284486.

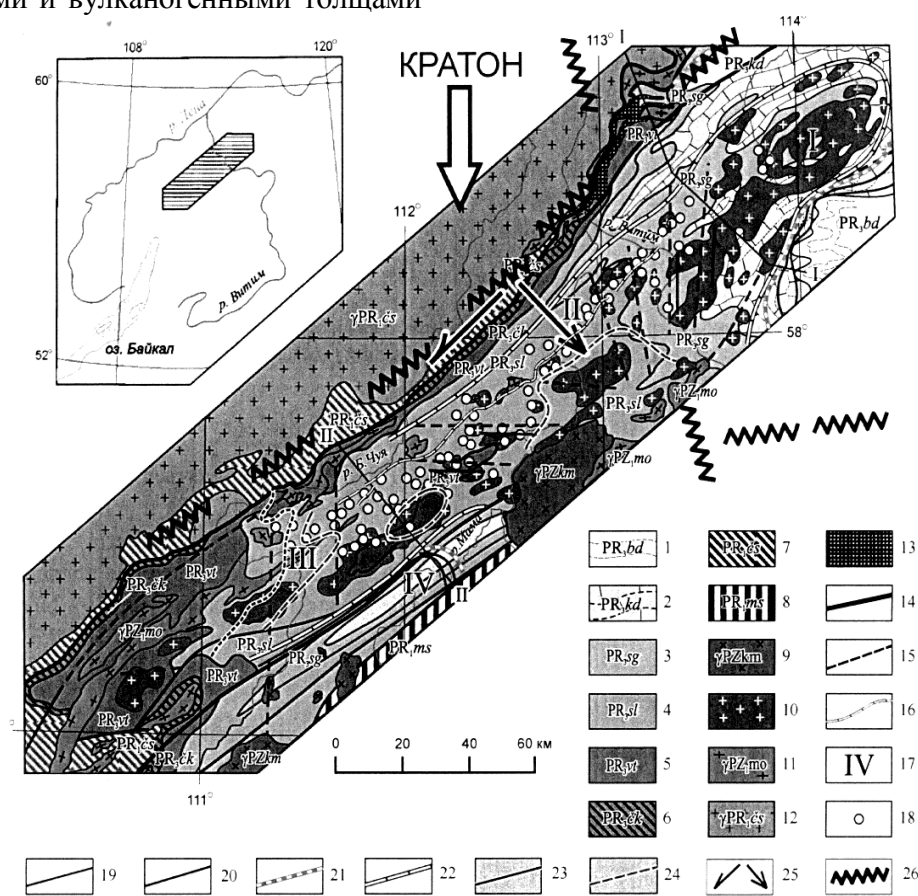
flat mushroom-like. These are large industrial mica-bearing veins of the following types: № 39 on Studencheskii bald mountain, 257a on Nezametnyi bald mountain, 138 on Dovgakitiskii bald mountain, 259a on Rudnichnyi bald mountain and others.

In the lower parts of shift-rotation structures, and hence in the root parts of mica-bearing clusters the usual shape of pegmatite bodies is columnar. It is often characterized by relatively isometric section and considerable persistence in depth. Mica mineralization is uniform and has stable thickness in depth. Linear veins are often confined to the area of maximum deformation – to the tectonic shear zone.

*Keywords: Mama mica-bearing province; pegmatite; vein.*

**Введение.** Мамская слюдоносная провинция находится в северо-западной части Байкало-Патомского нагорья. В пределах района докембрийские породы представлены метаморфогенно-осадочными и вулканогенными толщами

нижнего и верхнего протерозоя, приуроченными к разным структурно-фаціальным поясам (внешнему и внутреннему) геосинклинальной системы байкалид (рис. 1).



**Рис. 1. Геолого-структурная карта Мамской слюдоносной провинции:**

1–6 – верхний комплекс протерозоя: 1 – бодайбинская серия ( $PR_3$  bd), 2 – кадаликанская свита ( $PR_3$  kd), 3–5 – мамская подсерия: 3 – согдиондонская ( $PR_3$  sg), 4 – слюдянкинская ( $PR_3$  sgl); 5 – витимская ( $PR_3$  vt), 6 – чукчинская ( $PR_3$  ck) свиты; 7–8 – нижний комплекс протерозоя, вулканогенно-осадочные образования: 7 – чуйской ( $PR_1$  cs), 8 – муйской ( $PR_1$  ms) серий; 9–12 – породы магматических комплексов: 9 – гранитоиды палеозойского конкудеро-мамаканского комплекса ( $\gamma Pz_1$  kt), 10–11 – мамско-оронский комплекс ( $\gamma Pz_1$  to): 10 – вторая фаза, калишпатовые гранитоидные пегматиты, слюдоносные пегматиты, 11 – первая фаза, синорогенные граниты, гранодиориты и гранитогнейсы, плагиопегматиты; 12 – гранитоиды раннепротерозойского чуйско-кадарского комплекса ( $\gamma PR_1$  cs); 13 – ортоамфиболиты; 14–16 – разрывные нарушения: 14 – прослеженные по геологическим и геофизическим данным, 15 – продольные и поперечные надразломные зоны глубокого заложения, 16 – зоны допегматитовых надвигов первого этапа, по которым развиваются биотитовые гнейсы метасоматического происхождения; 17 – номера тектонических блоков; 18 – крупные промышленные слюдоносные жилы, кусты и узлы жил; 19–23 – границы метаморфических и петрографических фаций: 19 – биотита, 20 – граната, 21 – ставролита и дистена, 22 – границы пегматитовых полей, 23 – силлиманита; 24 – распространение пегматитов с крупнокристаллическим мусковитом; 25 – направление сдвиговых дислокаций; 26 – зоны глубинных (корово-мантийных) разломов по данным гравиметрии и глубинного сейсмического зондирования

В связи с повышенными требованиями к качеству и размерности промышленного мусковита в пегматитовых жилах повышается актуальность разработки надежных критериев поисков и локального прогноза обогащенных мусковитоносных жил с повышенным содержанием крупноразмерного мусковита. Эта проблема сопряжена с изучением геолого-структурных условий формирования обогащенных слюдоносных объектов.

Нами изучен ряд крупных слюдоносных жил Мамской слюдоносной провинции различных морфологических типов, детально разведанных и затронутых эксплуатацией. Выявлены следующие особенности распределения крупных кристаллов мусковита в пегматитовых жилах: обогащенные крупнокристаллическим мусковитом участки пегматитовых жил распространены у большинства крупных жил неравномерно и обычно встречаются в виде гнезд, факелообразных столбов-струй, редко в виде столбов-зон. С возрастанием содержания крупнокристаллического мусковита обычно увеличиваются их размеры и качество, хотя возможны и значительные отклонения, обусловленные как поздними тектоническими процессами, так и интенсивностью наложенных стадий окварцевания и сульфидизации.

**Морфологические типы жил.** На наш взгляд, целесообразно привести краткую характеристику основных групп жил разной морфологии и необходимые сведения о типоморфных слюдоносных объектах Мамской провинции. В целом уверенно выделены следующие морфологические группы жил [1]:

1 – жилы трубчатой формы (столбообразные), достигающие в поперечнике 50 м, выдержанные по склонению, с равномерным и богатым ослюдением;

2 – крупные уплощенно-грибообразные или клиновидные жилы с четко

выраженными зонами глубинности, протяженными с пережимами по длине;

3 – челночные жилы, выдержанные по простиранию, но не прослеживающиеся на глубину;

4 – килевидные жилы, быстро выклинивающиеся по падению.

Трубчатые (столбообразные) слюдоносные жилы встречаются реже по сравнению с жилами других морфологических типов, особенно они известны в Витимской группе месторождений. Трубчатые жилы приурочены к поперечным перегибам вмещающих пород и образовались в разрывах растяжения сравнительно хрупких известково-силикатных пород с прослоями биотитовых гнейсов, ограниченных более пластичными глиноземистыми гнейсами и слюдистыми сланцами в местах их пересечения крутопадающими поверхностями взбросодвиговых перемещений субмеридионального простирания. В составе полевых шпатов осевой части пегматитов трубчатых жил преобладает микроклин, в зоне контакта возрастает содержание плагиоклаза. Тип ослюдения – кварц-мусковитовый и пегматоидный, часто встречается и мусковит, развивающийся по лейстовому биотиту. Крупнокристаллический мусковит формируется по всему сечению пегматитового тела с максимальными концентрациями в головной части жилы и местах перегиба пегматитового тела. Содержание промышленного мусковита в жилах с выдержанными сечениями последовательно возрастает от корневых к головным частям жил, достигая максимальных значений в верхней части. В случае резкого уменьшения размеров сечений или заметного перегиба пегматитовых тел возникают обогащенные крупнокристаллическим мусковитом участки жил (жила № 83, горизонт штольни № 10). Непосредственно в головной части жил содержание промышленного мусковита падает, что, вероятно, связано с предшествующим уменьшением сечения в эти части жил.

Значительное увеличение мощности пегматитового тела (свыше 50 м) на глубину приводит к выклиниванию слюдоносной зоны или образованию краевой кольцевидной зоны с непромышленной центральной частью (жила № 43 гольца Скалистого). Около контактовой зоны в головной части жил наблюдается заметное окварцевание вплоть до образования мономинеральных кварцевых пород. Существенное окварцевание вмещающих пород, крупноблоковость полевых шпатов и выдержанная ориентировка крупных лейст биотита по направлению погружения пегматитового тела могут свидетельствовать о поверхности эрозионного среза и значительной протяженности жил трубчатого типа на глубину. Наибольший эрозионный срез предпо-

лагается у жил № 12 и 56. У жил № 19, 43 и 155 эродированы лишь верхние части.

Несмотря на вариации содержания мусковита, в жилах отчетливо выделяются два максимума: в нижней (корневой) и верхней (условно-центральной) частях с соответствующими промежуточными перепадами. Такая изменчивость содержаний промышленного мусковита характерна для всех жил с учетом уровня их эрозионного среза. Изменчивость содержаний промышленного мусковита по зонам глубинности трубчатых жил приведена на рис. 2, где I – головная, III – центральная, II, IV, V, VI – промежуточные зоны глубинности. Самые верхние (головные части) эродированы, поэтому данные по содержанию в них мусковита отсутствуют.

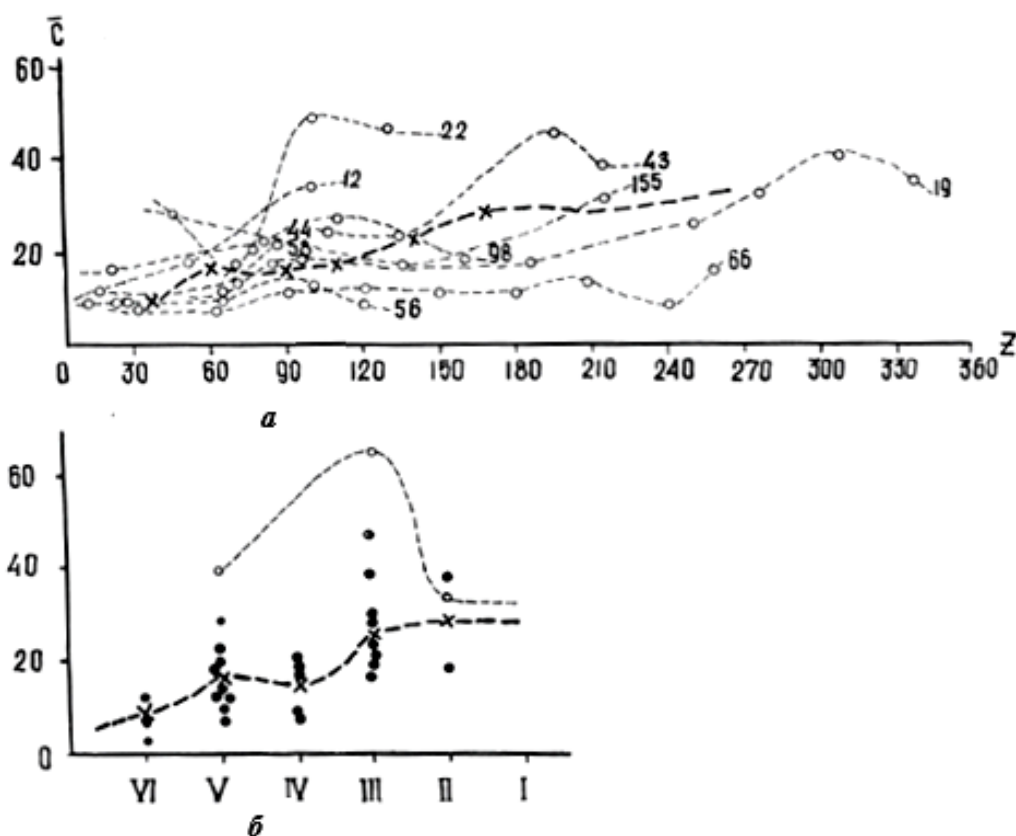


Рис. 2. Графики изменчивости содержаний промышленного мусковита в трубчатых жилах от нижних горизонтов к поверхности (а) и по зонам глубинности (б):

$\bar{C}$  – среднее содержание мусковита,  $кг/м^3$ ; цифры около кривых – номера жил; пустыми кружками показаны средние содержания мусковита в жиле на разных горизонтах глубинности;  $Z$  – глубина по наклонению промышленно-слюдоносных жил от нижних горизонтов (слева) до поверхности (справа). I–VI – зоны глубинности (VI–I максимальная, I – поверхность); заштрихованными кружками показаны средние содержания мусковита по горизонтам глубинности, крестиками – средние значения содержаний, в верхней части графика приведены содержания в жиле 4 – Заявка гольца Снежного

Содержание мусковита увеличивается волнообразно, как это видно на рис. 2, где глубина жил и, соответственно, содержания отсчитываются от нижних горизонтов к поверхности. Смещение максимумов содержаний в жилах № 12, 22, 43, 155 влево от максимума жилы № 19, возможно, указывает на большую протяженность промышленного ослюденения в них на глубину. Представленные графики могут быть использованы для определения глубины промышленного ослюденения по среднему содержанию мусковита на уровне эрозионного среза при условии идентификации определяемой жилы одной из типоморфных жил графика. Протяженность содержаний мусковита на глубину зависит от выдержанности размеров сечения пегматитового тела и тектонических условий при формировании крупнокристаллического мусковита.

Уплощенные грибовидные жилы – наиболее крупные и распространенные слюдоносные объекты, в которых сосредоточены основные запасы крупнокристаллического мусковита Мамской провинции. Они залегают в различных по составу вмещающих породах, контролируются разнообразными тектоническими структурами, характеризуются широкими вариациями составов полевых шпатов, но объединяются в одну группу по своим четко выраженным параметрам корневой, центральной и головной частей жил. Группа грибовидных жил объединяет плагиоклазо-микроклиновые и плагиоклазовые слюдоносные объекты с характерным уплощенным обликом в виде объемного гриба и переходных форм от грибовидной к столбообразной.

Для всех жил достаточно уверенно выделяются верхний (головной), центральный и нижний (корневой) элементы, которые часто разделены резкими сокращениями длин и мощностей слюдоносных зон и заметным понижением содержаний промышленного мусковита. В центральной части жил обычно фиксируются максимальные содержания

крупнокристаллического мусковита, резкое увеличение длины, а иногда и раздвиг мощности слюдоносных зон (жила № 257а гольца Незаметного). Такая зональность четко выражена в жилах, залегающих как в относительно хрупких и экранированных более пластичными породами (жилы № 15а, 16, 46), так и непосредственно в пластичных дистенсодержащих породах (жилы № 24, 187-1, 24-III).

Пегматитовые тела слюдоносных жил отличаются сложностью и разнообразием форм, которые в общем случае соответствуют грибовидному (клиновидному) облику. Уплощенность таких крупных жил вызвана ограниченными величинами мощностей (10–32 м) пегматитовых жил при их значительной протяженности (более 100 м). Очевидной приуроченности клиновидных жил к мелким антиклинальным складчатым формам не обнаружено, жилы встречаются в замковых частях антиклиналей и экранируются породами ядер синклиналей. Вместе с тем клиновидные жилы тяготеют к флексуобразным перегибам вмещающих пород от 25 до 90° как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

Для группы килевидных жил характерны лишь два элемента глубинности: верхний и центральный (киль) с вырожденным корнем – у килевидных жил, верхний и корневой с вырожденным центром – у вырожденных грибовидных жил. Группа челночных жил с одним элементом глубинности (верхней частью) и вырожденными центром и корнем нами не рассматривается, так как они не относятся к категории крупных жил.

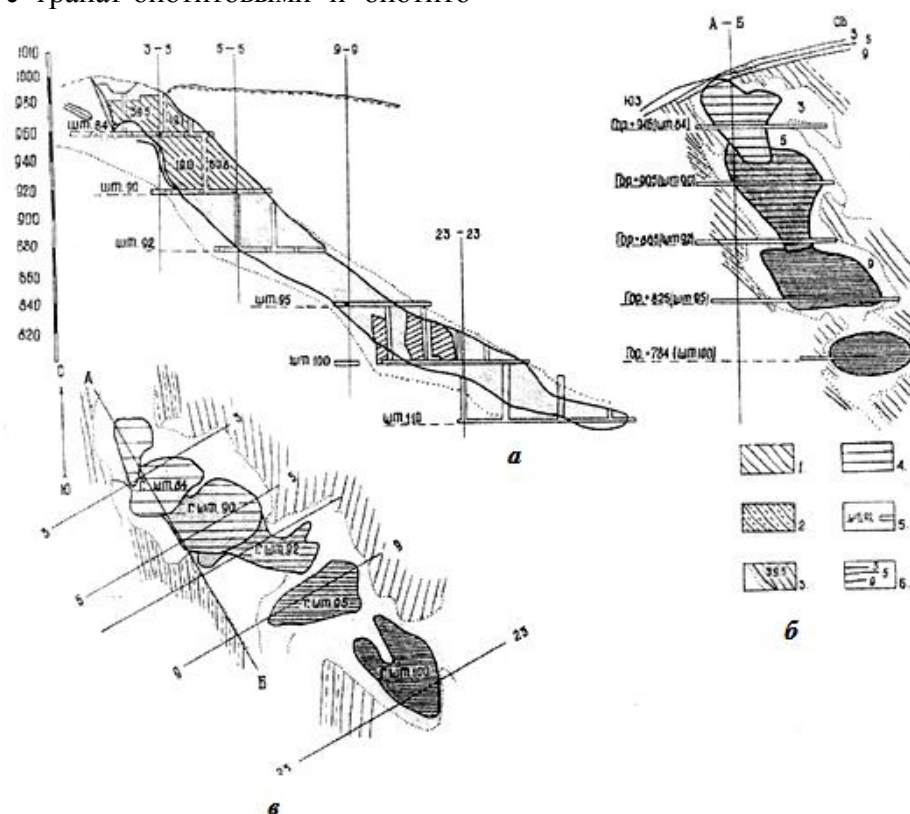
Килевидные жилы, среди которых часто встречаются крупные промышленные слюдоносные объекты, характеризуются зональностью, близкой к группе клиновидных жил: максимальное содержание и высокое качество промышленного мусковита приурочены к центру жилы, который соединяется с головной частью резким сокращением

промышленно-слюдоносной зоны; верхняя часть жилы «растекается» под пластичными породами экрана. Головной элемент по протяженности в несколько раз превосходит центральную часть жилы. Килевидный облик жил во многом объясняется особенностями геологической рамы: центральная часть жилы обычно приурочена к относительно хрупким породам, головная экранируется более пластичными разностями. Во вмещающих породах килевидных жил (в отличие от клиновидных) не наблюдалось каких-либо отчетливых перегибов, что, вероятно, и определяет сложность, а зачастую и бесформенность пегматитовых полостей этих жил. Пегматитовые тела вырожденных грибовидных жил не имеют четко выраженных контуров. Жилы приурочены в основном к относительно пластичным породам: дистен-гранат-двуслюдяным или двуслюдяным гнейсам и сланцам, как правило, переслаивающимися с гранат-биотитовыми и биотито-

выми гнейсами. Максимальное содержание промышленного мусковита фиксируется в подошве.

Выявленные особенности морфологии крупных мусковитоносных пегматитовых жил Мамской слюдоносной провинции характерны как для согласных существенно плагиоклазовых жил, которые принято считать наиболее ранними, так и для более поздних секущих плагиоклаз-микроклиновых слюдоносных жил. Этот факт указывает на близость процессов формирования крупнокристаллического мусковита в разновозрастных пегматитах и на возможность единого этапа образования его скоплений в пегматитах, генетически связанного с завершающей стадией эволюции анатектических плагиоклаз-микроклиновых пегматитов головной части жилы.

**Характеристика типоморфных жил.** Жила № 19, голец Северный, Витимская группа (рис. 3). Жила находится



**Рис. 3. Модель жилы № 19 гольца Северного (Витимская группа):**

*а* – продольная проекция на вертикальную плоскость; *б* – совмещенный разрез; *в* – совмещенный погоризонтный план; 1, 2 – вмещающие породы; 3 – отработанные эксплуатационные блоки (цифры показывают средние содержания крупнокристаллического мусковита); 4, 6 – проекция поперечных разрезов жилы на вертикальную плоскость (сгущение штриховки показывает удаленность сечений от читателя); 5 – подземные горные выработки

в субмеридиональном крыле Центрального тектонического блока. Эта жила приурочена к локальному левому флексуобразному изгибу, который выражен в гравитационном поле резким локальным изгибом оси аномалии от северо-восточного до северо-западного направления. Жила сформировалась в северо-западной трещине отрыва в условиях поперечного сжатия и левосдвигового смещения по субмеридиональному разлому. Жила разведана с поверхности карьером (отметка +985 м) и подсечена на глубине горизонтами штолен (см. рис. 3) № 84 (+946), 90 (+905), 92 (+865), 95 (+825), 100 (+783), 110 (+744). Выше горизонта штольни 90 жила отработана. Морфологический тип жилы – трубчатый.

Уникальность жилы № 19 заключается в значительной протяженности ее на глубину (свыше 400 м по склону), крупных запасах и высоком содержании и качестве промышленного мусковита. Жила равномерно подсечена подземными выработками, что дало возможность ее изучения от головной части до корневой.

Вмещающие породы представлены переслаивающимися биотитовыми гнейсами, известково-силикатными породами, двуслюдяными гнейсами и сланцами, падение которых закономерно изменяется от ЮВ  $125^\circ \angle 60^\circ$  на горизонте штольни 110 до СВ  $65^\circ \angle 50^\circ$  на более верхних горизонтах штолен. Таким образом, жила приурочена к перегибу вмещающих пород, который подчеркивается ориентировкой контактов пегматитового тела с вмещающими породами в субмеридиональном и северо-западном, реже северо-восточном направлении. Из полевых шпатов преобладает микроклин.

Пегматитовое тело жилы трубчатой формы, в разрезе изометричное сечением  $40 \times 40$  м, с секущими ступенчатыми контактами. Форма слюдоносной зоны также трубообразная, в плане изометричная. Погружение (склонение) жилы – ЮВ  $130^\circ \angle 50^\circ$ , падение – СВ

$70^\circ \angle 65^\circ$ . Как это видно на рис. 3, падение жилы конформно вмещающим породам. Глубина по погружению, подсеченная подземными выработками, превышает 400 м. Для пегматитового тела характерно концентрически зональное строение: в центре жилы развит крупноблоковый пегматит (с преобладанием микроклина относительно плагиоклаза и кварцевым ядром), сменяющийся по периферии графическим, неяснографическим и переходными разностями, в которых возрастает содержание плагиоклаза, преобладает микроклин. Слюдоносная зона развивается на глубине по всему сечению пегматитового тела, и лишь в его верхней части приурочена к висячему боку.

Тип ослюденения – кварц-мусковитовый, пегматоидный, реже по лейстовому биотиту. С глубиной зона крупноблокового пегматита заметно сокращается, уступая место неяснографическим и мелкозернистым структурам, причем размеры мусковита уменьшаются от  $20 \times 20$  см в верхних горизонтах штолен до  $10 \times 10$  см в нижних.

Наибольшие содержания и наивысшее качество крупнокристаллического мусковита наблюдаются в верхних горизонтах жилы и последовательно уменьшаются с глубиной: от  $40 \text{ кг/м}^3$  на горизонте штольни № 84 до  $12 \text{ кг/м}^3$  на горизонте штольни № 100. Уменьшаются и размеры лейстового биотита от  $120 \times 30$  см до  $30 \times 10$  см соответственно. В карьере наблюдаются крупные лейсты биотита размером в длину до 2 м, ориентированного по погружению пегматитового тела. С глубиной такая ориентировка биотита исчезает в центральной части жилы, а лейсты биотита обычно ориентированы перпендикулярно контактам. Во вмещающих породах, в зоне контакта характерно довольно высокое содержание микроклина. Так, в биотитовых гнейсах содержание микроклина достигает 30–40%, причем характерны правильные формы роста зерен и последовательное раскисление плагиоклаза от андезина до

альбит-олигоклаза. Микроклинизация вмещающих пород в зоне контакта заметно возрастает от нижних к верхним горизонтам, сменяясь окварцеванием вплоть до образования мономинеральных кварцевых пород на уровне эрозионного среза жилы. Максимальный размер кристаллов слюд, закономерная ориентировка биотита по погружению жилы и интенсивное окварцевание вмещающих пород в верхних частях жилы определяются близостью кровли (экрана), находившейся несколько выше (на 10–15 м) эрозионного среза.

Куст жил № 155–169, голец Резервный, Большая Северная группа. Куст жил находится в юго-восточной замковой части Гремучинской синклинали, в пределах субмеридиональной зоны глубокого заложения «В», прослеживаемой от гольца Резервного до

гольца Северного. Жилы приурочены к локальному левому флексуобразному изгибу, который выражен в гравитационном поле резким локальным изгибом оси аномалии от северо-восточного до северо-западного направления. Жилы сформировались в северо-западной трещине отрыва в условиях поперечного сжатия и левосдвигового смещения по субмеридиональному разлому.

Жилы куста разведаны с поверхности траншеями, на глубину – горизонтами штолен (+569), (+530), (+495), (+460) (рис. 4). Эксплуатацией затронуты верхние горизонты куста. Морфологический тип жил: № 155 – трубчатый, 169 – уплощенно-клиновидный. Вмещающие породы представлены биотитовыми гнейсами, переслаивающимися с двуслюдяными и графитизированными сланцами в верхней части разреза,

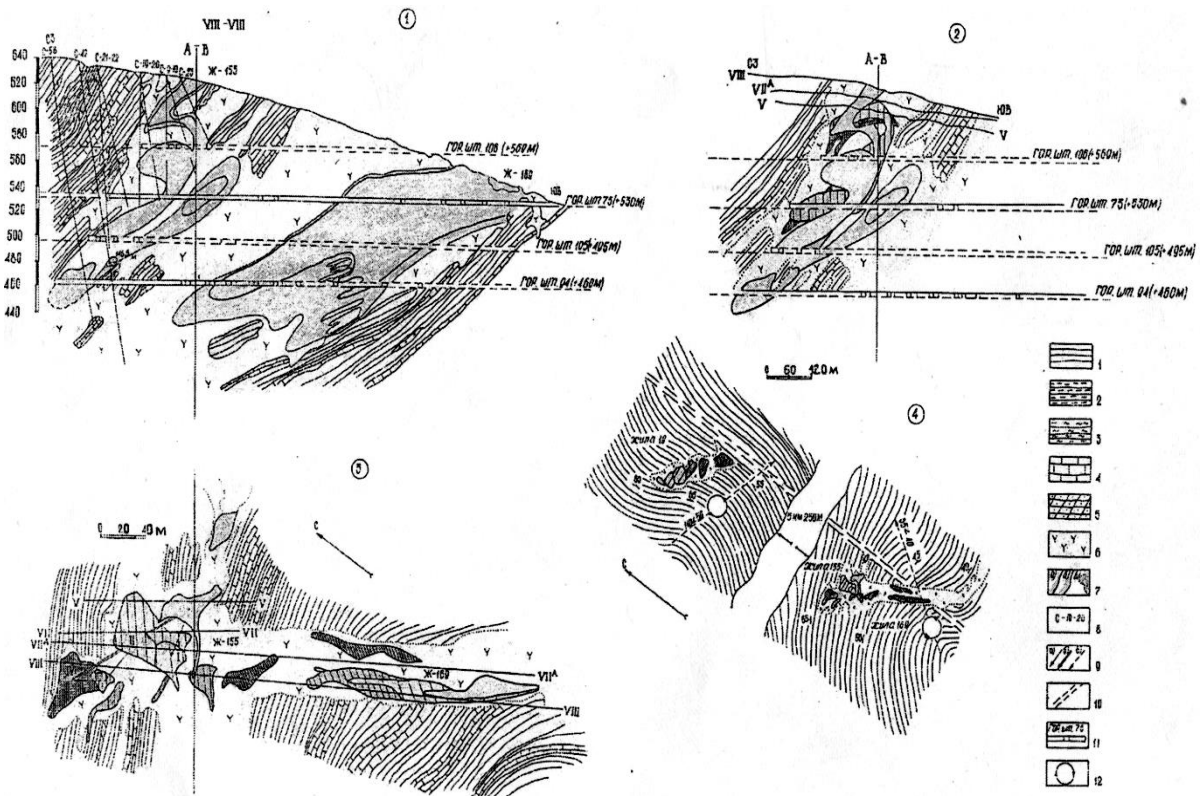


Рис. 4. Модель куста жил № 155 и 169 гольца Резервного (Большая Северная группа):

цифры в кружках: 1 – продольный разрез, 2 – совмещенный разрез, 3 – совмещенные погоризонтные планы, 4 – структурный план жил № 19 и 155–169; 1–6 – вмещающие породы (см. рис. 1), 7 – проекции разрезов V, VIIa, VIII на вертикальную плоскость на совмещенном разрезе; 8 – колонковые скважины и их номера; 9 – оси вращения: а и б – сегментов жилы 155, в – слоистости вмещающих пород на структурном плане 4 (в кружке); 10 – гравитационная ступень, отражающая положение разлома глубокого заложения; 11 – горные выработки; 12 – направление вращения слоистости при формировании флексуобразных изгибов



скарноподобными породами и биотит-скаполитовыми гнейсами – в нижней части. Падение гнейсов закономерно изменяется от СВ  $25-30^\circ \angle 30-50^\circ$  на юго-восточном фланге и центральной части жилы до СЗ  $315^\circ \angle 60-75^\circ$  на северо-западном фланге.

Пегматитовое тело представляет собой плоский конус, выклинивающийся на глубину, с крутым висячим ( $60-70^\circ$ ) и пологим лежачим ( $30-40^\circ$ ) контактами (см. рис. 4). Боковые северо-восточный и юго-западный контакты – крутопадающие. Жилы № 155 и 169 приурочены к кровле и подошве пегматитового тела соответственно и экранируются ксенолитами биотитовых гнейсов. Это крупные промышленно-слюдоносные жилы, сближающиеся по погружению к одному корню пегматитового тела. Форма жилы № 155 столбообразная с раздувами и пережимами, характеризуется как промежуточная между трубчатой и грибообразной формами с отчетливо выраженными корневой, центральной и головной частями (см. разрезы на рис. 4). Форма жилы № 169 грибообразная с уверенно выделяемым корнем, но не разделенными центральным и верхним элементами. Погружение жилы № 155 – СЗ  $300^\circ \angle 60^\circ$ , глубина по погружению – 220 м; жилы 169 – СЗ  $300^\circ \angle 30^\circ$ , глубина – 280 м. На эрозионный срез выходят головные части обеих жил.

В пространственном отношении, куст жил № 155–169 находится в левом крыле сопряженной складки сдвига. Сопряженные складки образуют здесь S-образный изгиб подобно рассмотренным складкам сдвига в районе жилы № 46 на гольце Рудничном, но значительно меньшего масштаба. При совместном рассмотрении крупных жил № 19 и 155–169 (см. рис. 4) можно отметить идентичность их образования в разрывах отрывного типа в условиях северо-западного напряжения сжатия в результате левосдвиговых подвижек в пределах единой тектонической меридиональной зоны глубокого заложения.

Жила № 19 находится в верхней части S-образного изгиба, а куст жил № 155–169 приурочен к нижней ветви такого же изгиба.

*Жила № 63, гольц Поворотный, Слюдянская группа.* Жила отработана с поверхности уступами карьеров, на глубину разведана двумя горизонтами штолен и скважинами, законсервирована для исследований. Жила представляет собой простой куст, залегает в относительно хрупких известково-силикатных породах, переслаивающихся с биотитовыми и гранат-биотитовыми гнейсами и биотит-кварцевыми породами, перекрывается более пластичными дистен-гранат-биотитовыми гнейсами с пропластками скарноподобных пород, биотитовых гнейсов и двуслюдяных сланцев. Предполагается, что жила № 63 приурочена к ядру антиклинальной складки и экранируется породами, содержащими дистен. На эрозионный срез выходит головная часть куста и дистеновые породы экранна.

Пегматитовое тело брусковидное, погружается на ЮВ  $\angle 10-15^\circ$ , в корневой части – под  $\angle 30^\circ$ . В поперечном сечении напоминает брусок с крутыми контактами, секущими боковые известково-силикатные породы, и ровными пологими с дистеновыми перекрывающими гнейсами. Форма пегматитовой полости определяется северо-западной отрывной зоной трещиноватости, ориентированной по аз.  $320^\circ$ , возникшей при растяжении северо-восточного – юго-западного направлений. К северо-западному створу приурочены также жилы № 71, 71а и 73, которые вместе с жилой № 63 образуют уже сложный куст. Простой куст жилы № 63 объединяет две самостоятельные жилы: первая – собственно жила № 63 – развивается по килю пегматитового тела в северо-западном направлении; вторая обособляется от основной жилы ксенолитом скарноподобных пород. Кроме того, наблюдается небольшая зона под экраном дистеновых пород. Общее погру-

жение куста – ЮВ  $120^\circ \angle 40^\circ$ . Содержание крупнокристаллического мусковита, максимальное в верхней части, непосредственно под экраном, – около 12 кг/м и убывает в килевой части жилы до 5–7 кг/м<sup>3</sup>. Тип ослюденения – кварц-мусковитовый, пегматоидный.

В пегматитах из полевых шпатов преобладает крупноблоковый микроклин, на контакте с дистеновыми породами в кровле жилы существенно возрастает содержание плагиоклаза. Непосредственно в дистеновых породах экрана также встречаются многочисленные согласные пегматитовые линзы различных размеров плагиоклазового состава. С увеличением мощности в центральных частях линз появляется порфиробластический микроклин.

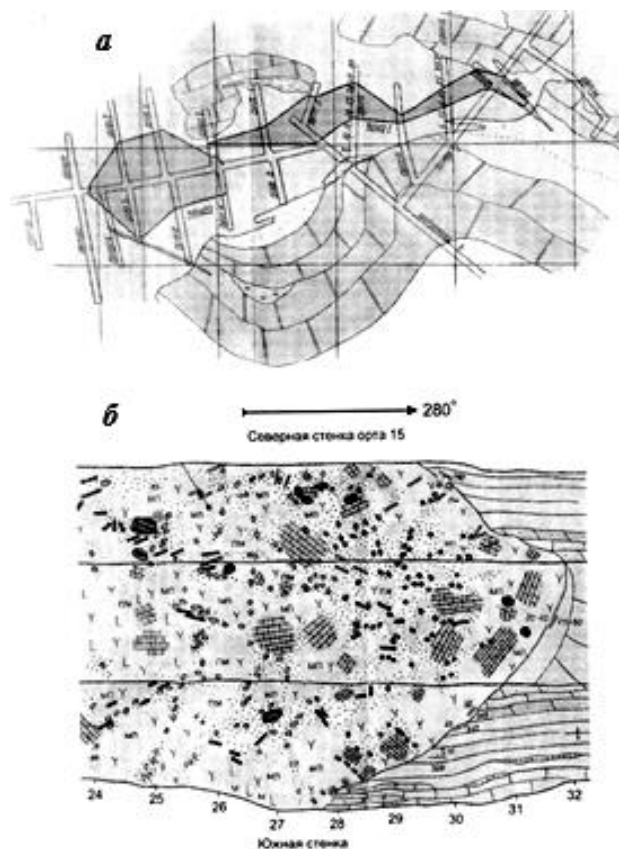
Ниже рассматривается брусковидная жила № 250 субширотного крыла Центрального тектонического блока. По геолого-структурным условиям образования жилы № 63 и 250 гольца Поворотного близки к трубчатым жилам.

*Жила № 250, гольц Поворотный, Слюдянская группа.* Жила находится в пределах Слюдянской субширотной флексуры, в 200 м к северо-западу от жилы № 66. Она приурочена к северо-западной (аз.  $345^\circ$ ) зоне крупных брусковидных жил № 63, 53, 66, 250, сформировавшихся в разрывах отрывного типа в условиях сжатого правого сдвига по Слюдянскому разлому глубокого заложения. Жила № 250 в отличие от других названных выше жил на поверхность не выходит: это скрытый на глубине слюдоносный объект. Пегматитовое тело жилы брусковидной формы приурочено к пласту известково-силикатных пород мощностью 40 м, который перекрывается и подстилается дистен-гранат-биотитовыми и гранат-биотитовыми гнейсами и сланцами. Жила сформировалась в разрывной полости отрывного типа при пластическом течении глиноземистых дистенсодержащих гнейсов. Жила контролируется левым флексурообразным локальным изгибом вмещающих пород, падение

которых изменяется от ЮВ  $130^\circ \angle 10-15^\circ$  до СВ  $60^\circ \angle 15^\circ$ . Жила объединяет две зоны: зону I длиной 140 м, средней мощностью 10 м с падением на ВСВ  $80^\circ \angle 30^\circ$  на горизонте штольни № 8 и зону II длиной 65 м, средней мощностью 30 м падением на ВСВ  $80^\circ \angle 60-70^\circ$ . По данным поискового бурения и документации штолен фиксируется левый разворот ориентировки зоны II на  $\angle 80^\circ$  с переменной падения на СВ  $50^\circ \angle 60^\circ$ . Этот разворот, вероятно, увеличивается с глубиной до  $60-70^\circ$ , что необходимо учитывать при прослеживании слюдоносной зоны II на глубину.

Нами детально изучена слюдоносная зона II и частично зона I на горизонте штольни № 8. Фрагмент специальной зарисовки стенок и кровли орта 15 приведен на рис. 5. Выявлена следующая структурно-вещественная зональность пегматита по мере приближения к промышленно-слюдоносной зоне. Вблизи слюдоносной зоны, около орта 43, появляются порфиробласты и блоки микроклина размером 30–50 см, а также системы крупнокристаллических слюд, полого падающих на юг, навстречу слюдоносной зоне. На противоположном северном фланге зоны наблюдается аналогичная картина, но уже с северным падением. Слюдоносная зона от орта 4 до орта 28 сложена крупнокристаллическим пегматитом с участками крупноблоковых и пегматоидных структур. Крупные блоки микроклина, редко плагиоклаза в продольной оси достигают 1 м, строго ориентированы в виде зон, круто падающих навстречу друг другу.

Крупнокристаллические слюды встречаются в виде систем размером от 0,5 м до 2 м, группирующихся в крутые пучки и веера. В промышленной зоне встречается два вида систем: 1 – крупные лейсты и мечевидные кристаллы биотита в ассоциации с мусковитом и кварцем; кристаллы биотита и мусковита ориентированы здесь одинаково, с выдержанными элементами погружения



**Рис. 5. Жила № 250 гольца Поворотного (Слюдянская группа):**

*а – геологический план горизонта штольни № 8; б – фрагмент зарисовки стенок и кровли орта № 15 штольни № 8. Условные обозначения см. на рис. 1*

и падения; 2 – ассоциации кварца и мусковита с хорошо выраженным погружением, но не всегда однозначным углом падения кристаллов мусковита. Интересен факт нарушения строгой ориентировки кристаллов биотита и появления внутри крупных систем идиоморфных кристаллов микроклина и плагиоклаза, что свидетельствует об интенсивности процессов перекристаллизации, захватывающих не только кристаллы слюд, но и полевые шпаты. Вблизи слюдоносной зоны штрека № 2 наблюдается веерообразное расположение кварц-мусковитовой полосчатости в пегматитах и порфиробластических образований микроклина. В пределах слюдоносной зоны ориентировка крупноблокового микроклина и систем слюд становится круче, подчеркивая веерообразную структуру слюдоносной зоны. Для зоны I характерна следующая структурно-минералогическая зональность пегматитового тела жилы, кон-

формная восточному контакту. Непосредственно у контакта встречается мелкозернистый микроклин-плагиоклазовый пегматит мощностью около 1 м с кристаллами биотита и мелкой кварцевой полосчатостью, ориентированными параллельно контакту с вмещающими известково-силикатными породами. При удалении от контакта мелкозернистый пегматит сменяется неяснографическим микроклин-плагиоклазовым пегматитом с редкими кристаллами биотита, мусковита и отдельными порфиробластическими образованиями микроклина, конформными контакту. Мощность этой зоны – около 3 м. При движении в западном направлении появляется зона графического пегматита с примерно равными соотношениями микроклина и плагиоклаза. В этой зоне мощностью около 5 м появляются отдельные системы мусковита в ассоциации с кварцем. Следующая зона крупнографического плагиоклаз-микрор-

клинового пегматита мощностью около 4 м характеризуется увеличением размеров блоков микроклина от 0,5 до 1 м (с правильными графическими вросками кварца) и крупных лейстовидных кристаллов биотита, конформных контакту. Крупнографические разновидности пегматита непосредственно сменяются промышленно-слюдоносной зоной, сложенной микроклин-плагиоклазовым пегматитом крупноблоковой, участками переходной и пегматоидной структуры с многочисленными системами крупнокристаллического мусковита и кварца. Встречаются крупные блоки микроклина размером до 1 м, полого падающие в восточном направлении конформно контакту. Системы крупнокристаллических слюд также развиваются конформно восточному контакту, но падение их значительно круче (около 80°).

Близкая зональность пегматитового тела слюдоносной зоны I отмечается и по орту 15. Здесь наблюдается объединение крупных кристаллов слюд и блоков микроклина в пучки и веера, что определяется более интенсивными процессами собирательной кристаллизации и формирования крупнокристаллического мусковита.

Характерна ориентировка крупнокристаллических слюд кварц-мусковитовой полосчатости в виде пологих вееров на флангах и крутых в центре зоны II. На горизонте штольни I, как это сообщалось ранее, зона I характеризуется поворотом на 30° относительно штольни 8. Таким образом, зона II при прослеживании ее на глубину распадается на сегменты, представляя собой своеобразную фигуру вращения, подобно жиле 155 гольца Резервного. Отчетливая зональность пегматитового тела зоны I и конформность систем крупнокристаллических слюд перекрывающему восточному контакту, вероятно, определяется экранирующим эффектом контакта вмещающих пород для поступающих с глубины мусковитоформирующих флюидов, источник которых

находится юго-восточнее зоны II. Зоны I и II образуют куст жилы № 250, погружающийся в направлении этого источника. Подобно кусту жил № 155, 169 гольца Резервного, зоны I и II жилы № 250 напоминают сочетание фигур вращения трубчатого типа и грибовидной (клиновидной) формы, развивающихся конформно перекрывающему контакту.

**Выводы.** Таким образом, выявлены особенности распределения крупных жил по вертикали слюдоносных узлов. В достаточно мощных пачках глиноземистых пород (дистенсодержащих гнейсах и сланцах), экранирующих слюдоносные узлы, формируются субсогласные первично плагиоклазовые пегматитовые жилы с высокой степенью перекристаллизации и замещения кварц-мусковитовым или мусковитовым агрегатами.

Поэтому трубчатые жилы могут представлять собой корневые части слюдоносных узлов или быть совмещены с их центральными частями, где формируются в основном плоскогрибовидные жилы. Эти крупные промышленно-слюдоносные жилы, подобные жиле № 19 на гольце Северном, протягиваются до глубины 400 м и больше. Встречаются и переходные формы жил от трубчатых к грибовидным, например жилы № 138 на гольце Довгакитском, 155 и 69 на гольце Резервном, 46а на гольце Рудничном. Трубчатые формы могут принимать и первично плагиоклазовые пегматитовые тела или группы таких тел, подобные жиле 4 – Заявка гольца Снежного.

#### Библиографический список

1. Другов Г.М., Сизых А.И., Черемных В.А. Геология мусковитовых пегматитов Мамской слюдоносной провинции. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2011. 253 с.

*Статья поступила 01.03.2015 г.*