

МИНЕРАЛОГИЯ, ПЕТРОГРАФИЯ, ЛИТОЛОГИЯ

УДК 549.651:553.064.1:535.37

Л.Н. САПОЖНИКОВА, И.А. ЖУКОВА, Н.Н. БОРОЗНОВСКАЯ

ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНТНЫХ СВОЙСТВ ПОЛЕВЫХ ШПАТОВ В ГРАНИТНЫХ ПЕГМАТИТАХ МУСКОВИТОВОЙ ФОРМАЦИИ

Люминесцентные свойства полевых шпатов в пегматитах мусковитовой формации изменяются закономерно. Они зависят от состава, степени дифференциации, слюдоносности пегматитовых тел. Выявлены основные тенденции: увеличение интенсивности излучения всех полос в спектрах рентгенолюминесценции полевых шпатов от ранних генераций к поздним в плагиоклазовых пегматитах и снижение — в двуполевошпатовых, которые определяются в плагиоклазах поведением самого сильного в них люминогена Mn^{2+} , в калиевых полевых шпатах — интенсивностью и положением полосы излучения в диапазоне 400–540 нм, связанной главным образом со структурными дефектами.

Работа является продолжением наших исследований, посвященных рентгенолюминесцентной (РЛ) спектроскопии полевых шпатов (ПШ) из мусковитовых пегматитов [1–3, 5]. Ранее были охарактеризованы спектры РЛ ПШ из таких пегматитов с полосами излучения и соответствующими им центрами люминесценции (λ , нм): для плагиоклазов — Pb^{2+} (285), Ce^{3+} (320–340), Eu^{2+} , SiO_4^{3-} (400–420), Mn^{2+} (560–570), Fe^{3+} (690–770); для калиевых полевых шпатов (КПШ) — Pb^{2+} , $SiO_4^{3-} + AlO_4^{4-}$ (430–450), AlO_4^{4-} (460–470 нм), Fe^{3+} , Cr^{3+} (880–890), реже Mn^{2+} (550–570)¹. Установлено, что спектры РЛ ПШ изменчивы и типоморфны для разных типов мусковитовых пегматитов. Наиболее контрастно подобные изменения проявлены в районах развития разновозрастных пегматитов, образование которых связано с несколькими этапами внутрикорового плавления [5].

Цель авторов — установить закономерности изменения РЛ свойств ПШ разных генераций в объеме пегматитовых тел.

Объект и методика исследования

Получены и проанализированы спектры РЛ ≈ 600 образцов плагиоклазов и ≈ 200 калиевых полевых шпатов из пегматитов разных типов основных мусковитовых провинций России — Северо-байкальской, Мамский район, (80% измерений) и Беломорской (20%). Экспериментальные работы

выполнены в НИЛ ЭПМ Томского государственного университета Н.Н. Борозновской. Методика исследований и интерпретация полученных спектров изложена в [5]. Как и прежде интенсивность свечения (I) в каком-либо диапазоне идентифицировалась с концентрацией люминогена и использовалась для качественной оценки больше—меньше. Отличие в том, что ранее анализировались крупные статистически значимые выборки данных, характеризующих типы пегматитов. Здесь на примере конкретных пегматитовых тел рассматриваются детальные разрезы, по которым можно судить об изменении РЛ свойств ПШ разных генераций. Исследованы разрезы по 74 пегматитовым жилам: 54 в Мамском районе и 20 в Карело-Кольском регионе. Выявленные тенденции характерны для всех рассмотренных пегматитовых тел, в статье приведены только наиболее типичные разрезы.

Геолого-промышленная классификация мусковитовых пегматитов

Мусковитовые пегматиты формировались в глубинных зонах земной коры в условиях высоких давлений. Пегматитовый процесс охватывал длительный интервал времени и протекал в широком температурном диапазоне, отвечающем концу магматического—началу гидротермального процесса при высокой активности летучих и подвижных компонентов [4]. Каждому этапу процесса соответствуют определенные парагенетические ассоциации минералов, занимающие фиксированное положение в пегматитовом теле (первичные парагенезисы). Благодаря этому пегматитовые жилы име-

¹ В дальнейшем излучение полос, связанных со структурными дефектами тетраэдрических комплексов, как SiO_4^{3-} и AlO_4^{4-} , для краткости иногда обозначаются O^- .

ют выраженное в разной степени зональное строение. Эта их особенность широко используется при классификации пегматитов.

Основные геолого-промышленные типы (ГПТ) и подтипы (ГППТ) мусковитовых пегматитов кратко охарактеризованы в таблице, на рис. 1, 2, подробно в [6]. Промышленная ценность пегматитов связана с их внутренним строением. Наибольший практический интерес представляют дифференцированные жилы зонального строения (ГППТ 1.1, 2.1) с преобладанием в них поздних крупно- и гигантблоковых пегматоидных зон, часто с отчетливо выраженными кварцевыми ядрами. Здесь развиты крупные кристаллы мусковита (до 1,5 м) пегматоидного типа. В слабо дифференцированных телах (ГППТ 2.3), основной объем которых сложен ранними зонами пегматита преимущественно графической структуры, преобладает более мелкий мусковит (3–15 см) кварц-мусковитового комплекса (КМК). Мусковит в КМК находится в тесной ассоциации с кварцем в объемном соотношении $\approx 1:1$. КМК тяготеет к крупнолейстовому биотиту графических и блоково-графических пегматитов плагиомикроклинового состава. В промежуточных подтипах жил (2.2, 1.2) присутствуют оба типа ослюденения — пегматоидный и КМК, а их соотношение зависит от участия в строении пегматитовых тел ранних и поздних зон.

Особое место занимают плагиоклазовые жилы ГППТ 1.3, широко распространенные в Мамском районе, относящиеся к первому тектономагматическому этапу. Здесь мусковит развивается преимущественно по биотиту («трещинный» тип), присутствует КМК. Жилы с высоким качеством сырья в этом подтипе единичны. В основном мусковит низкого качества из-за тесных сростаний с биотитом и наложения поздних деформаций.

Слюдоносность пегматитовых тел существенно зависит от состава вмещающих пород. Благоприятны для промышленного ослюденения глиноземистые толщи (продуктивные) с преобладанием \pm дистен \pm гранат-двуслюдяных, биотитовых плагиогнейсов. Появление в разрезе амфиболовых гнейсов, амфиболитов, кварцитов, гранитогнейсов приводит к снижению содержания и качества мусковита даже в дифференцированных зональных жилах.

На долю ПШ приходится 50–70% состава пегматитовых тел. Каждый из ПШ представлен по крайней мере тремя основными генерациями: краевых (приконтактовых) зон гипидиоморфнозернистой, гранитной, ортогнейсовой структур (I); графического пегматита (II); пегматита блоковой и пегматоидной структур (III). Основные особенности состава и структуры полевых шпатов в

Геолого-промышленная классификация пегматитов мусковитовой формации

Пегматиты		Основные черты внутреннего строения пегматитовых тел	Запасы слюды в жилах; $Q_{сер}$, кг/м ³ ; ее качество	Группа	Типовые объекты (месторождения, номера жил)
тип	подтип				
Плагиоклазовый	1.1 Мусковит-плагиоклазовый с пегматоидным мусковитом	Зональные с преобладанием поздних блоково-пегматоидных зон; КВ ядро 20-30%, $0 < MI/PL < 0,1$	Мелкие; 50–100; высокое, среднее	Слюдяная	Слюдянокское 2-2а, 127, Олонгро 1, 66, Перти-Варакка 3-50, Плотина 6, 54
	1.2 Мусковит \pm биотит-плагиоклазовый со смешанным ослюдением	Участково-зональные: на фоне преобладающих графических структур блоково-пегматоидные зоны	Мелкие; 10–40; низкое, среднее		Слюдянокское 8, 9, 196, Мочикит 147, 312, 438
	1.3 Мусковит-биотит-плагиоклазовый с «трещинным» мусковитом и КМК	От массивных крупноблоковых до участково-зональных с преобладанием блоково-графических зон с меньшими размерами блоков ПЛ	Крупные, средние; 10–40; низкое, среднее, редко высокое		Мочикит 163, 226, 382, 441, Довгокитское 403, 254
Двуполевошпатовый	2.1 а) Мусковит-микроклино-плагиоклазовый и б) мусковит-плагиоклаз-микроклиновый с пегматоидным мусковитом	Зональные, с преобладанием блоково-пегматоидных зон, КВ ядро 20-30%; графического пегматита мало, $0,2 < MI/PL < 1,3$	Средние, мелкие; 45–100; высокое, среднее	Керамико-слюдяная ($Q_{сер}/Q_{мус} = 1-1,5$)	Чуйское 1, 2, 588, 837, Луговка 19, 24, Согдиондон 6,7,7а, Плотина 8-9, 115, Малиновая Варакка 152
	2.2 Мусковит-биотит-плагиоклаз-микроклиновый с КМК и пегматоидным мусковитом	Зональные, участково-зональные: графический пегматит 50–70%, блоково-пегматоидные зоны $< 50\%$; к крупнолейстовому БИ во всех зонах тяготеет КМК, $1 < MI/PL < 1,5$	Мелкие, средние; 20–30; среднее, высокое		Согдиондон 360, 454, Луговка 15, Плотина 34, 62, Малиновая Варакка 11-39
	2.3 Мусковит-биотит-плагиоклаз-микроклиновый с КМК	Участково-зональные, массивные, графический пегматит $> 70\%$, везде БИ, к которому приурочен КМК, $1 < MI/PL < 1,6$	Средние, крупные; 20–25; низкое, среднее		Витимское 19, 28, 39, 44, 83, 113, Колотовка 233, 237, Луговка 309
	2.4 Мусковит-биотит-плагиоклаз-микроклиновый	Близки к 2.1.2.2, но при больших значениях MI/PL , мусковита мало: КМК тяготеет к блоковому ПЛ, ПМ очень ельчатый	Мелкие, средние; 8–16; низкое; по мусковиту забалансовые или без запасов	Керамическая	Хето-Ламбино 1-10, 99, 123-130, Попов Наволок 5, 6, Бол. Тэдино, Колотовка 90
	2.5 Биотит-плагиоклаз-микроклиновый	Близки к 2.1, но без мусковита и при $MI/PL > 1,5$	Без делового мусковита		Куру-Ваара, им. Чкалова
	2.6 Плагиоклаз-микроклиновый	Близки к 2.3, но $MI/PL > 1,5$, слюд мало			Отрадное

Примечание. ПМ — пегматоидный мусковит, КМК — мусковит кварц-мусковитового комплекса, КВ — кварц, БИ — биотит, ПЛ — плагиоклаз, МИ — микроклин; запасы жил: мелкие — < 200 т, средние — < 1000 т; $Q_{сер}$, $Q_{мус}$ — запасы керамического сырья и листового мусковита соответственно.

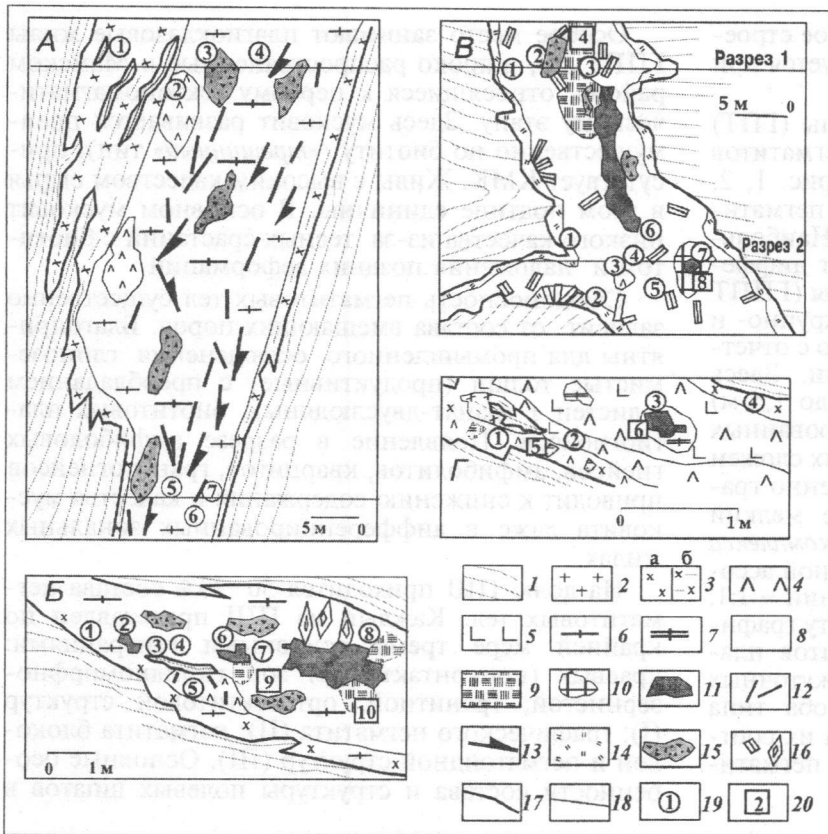


Рис. 1. Внутреннее строение и размещение проб в вертикальных сечениях пегматитовых жил геолого-промышленных подтипов (ГППТ): 1.3 (А), 1.1 (Б), 2.1а (Б), непромышленных 2.3 (Г): 1 — вмещающие породы; 2—16 — структурно-минеральные ассоциации и минералы пегматитовых жил: 2 — гранитной, ортогекситовой структуры, 3 — гипидиоморфнозернистой структуры кварц-плагиоклазового состава, а массивные, б — унаследованно-полосчатые; 4, 5 — графической структуры: 4 — кварц-плагиоклазового, 5 — кварц-микрклинового составов; 6, 7 — пегматоидной структуры: 6 — плагиоклазового состава, 7 — плагиоклаз-микрклинового состава; 8, 9 — блоковой структуры: 8 — плагиоклазового состава, 9 — микрклинового состава; 10 — альбит; 11 — кварцевые ядра; 12 — биотит; 13 — мусковит, развивающийся по биотиту; 14 — кварц-мусковитовый комплекс непромышленный; 15 — кварц-мусковитовый комплекс промышленный; 16 — пегматоидный мусковит; 17 — границы пегматитовых тел; 18 — границы структурных зон пегматитов; 19 — номера проб плагиоклаза; 20 — номера проб микрклина

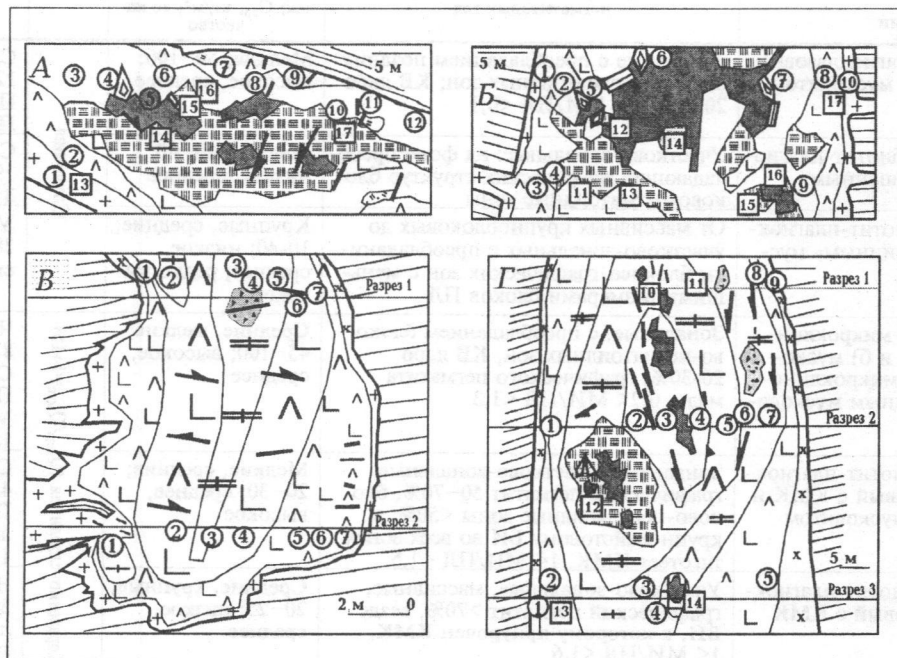


Рис. 2. Внутреннее строение и размещение проб в вертикальных сечениях пегматитовых жил геолого-промышленных подтипов: 2.1. б (А, Б), 2.2 (Б), 2.4 (Г), усл. обознач. см рис. 1

разных типах и подтипах жил на примере Мамского района следующие.

Плагиоклаз в ГППТ 1 главный, а нередко и единственный полевой шпат в составе пегматита. Его свойства закономерно изменяются в выделенных подтипах. В слабо дифференцированных жилах ГППТ 1.3 — олигоклаз-андезин (An_{28-30} , индекс структурной упорядоченности (ИСУ) 58 достаточ-

но стабильного состава в сечениях и по мощности, и по падению пегматитовых тел (изменения не превышают 2%). В наиболее промышленно перспективном ГППТ 1.1 — олигоклаз (An_{24-26} , ИСУ 62—65). Здесь в наиболее полных поперечных разрезах основность минерала снижается от периферии к центру на 7—11% An (An_{27-16}), а в слудоносных частях жил доля ортоклазового минала в пла-

гиоклазе больше, чем в бесслудных: 2,7–4,4 против 1,8–2,9% Ог. Свойства плагиоклаза жил ГППТ 1.2 промежуточные. В двуполевошпатовых пегматитах основность плагиоклаза меняется в зависимости от степени дифференцированности и мощности тел от Ap_{26-29} до Ap_{7-10} . В направлении к центру жил возрастает и степень упорядочения (ИСУ от 56 до 91), которая выше, чем в плагиоклазовых телах.

Калиевый полевой шпат в ГПТ 1 (плагиоклазовых пегматитах) — второстепенный минерал (до 0,2% валового состава), представлен III генерацией. По структурным особенностям преобладает максимальный микроклин. В ГПТ 2 (плагиоклаз-микроклиновых пегматитах) количество КПШ варьирует значительно, а по структурному состоянию различаются две группы КПШ: 1) ранних генераций (в слабо дифференцированных жилах ГППТ 2.3 и поздних) — неоднороден, представлен различными структурными модификациями: микроклином с относительно низкой степенью рентгеновской триклинности ($\Delta\rho$ 0,76–0,81), ортоклазом, а также кристаллами со смешанным доменным строением; 2) поздних генераций — микроклин с высокой степенью рентгеновской триклинности ($\Delta\rho$ 0,90–0,98) вплоть до максимального микроклина. Для блоковых микроклинов (III генерация) всех типов жил характерна высокая степень структурной упорядоченности ($2t_1$).

Доля Ab минала в КПШ ГПТ 1 ниже, чем в ГПТ 2 (в среднем 16 и 22 % соответственно). На этом фоне в наиболее дифференцированных слюдоносных жилах каждого типа величина Ab минала на 4–8 % ниже, чем в прочих. Отношение BaO/SrO в ряду ГППТ 2.3–2.1 снижается от 13 до 2. Максимальные содержания BaO в бесслудных телах 0,5–1,2%.

Изменение люминесценции полевых шпатов в объеме пегматитовых тел

Плагиоклаз. От краевых к центральным зонам пегматитовых тел, от ранних генераций минерала к поздним отмечаются две основные тенденции — *увеличение или уменьшение* ΣI , что коррелирует с поведением самого сильного люминогена — Mn^{2+} . Направление изменения I излучения остальных люминогенов может как совпадать с Mn^{2+} , так и отличаться от него (рис. 3, 4).

Увеличение ΣI РЛ характерно для плагиоклазовых жил всех подтипов. В жилах ГПТ 1 в целом плавно с небольшой амплитудой (1,1–1,5 раз) растет интенсивность свечения всех люминогенов, типично $I_{Ce^{3+}}/I_{(Eu^{2+},O^-)} < 1$. Интенсивность люминесценции плагиоклаза остается стабильной на всех горизонтах по падению пегматитовых тел (рис. 3, А). Среди плагиоклаз-микроклиновых пегматитов увеличение ΣI РЛ проявлено в бесслудных телах (или участках тел), главным образом участково-зональных, с мелкокристаллической структурой всех

структурно-минеральных парагенезисов. Величина $I_{Ce^{3+}}/I_{(Eu^{2+},O^-)} > 1$ (рис. 3, Б).

Уменьшение ΣI РЛ отмечено в плагиоклазовых зональных пегматитах ГППТ 1.1 только на участках с наиболее изменчивым составом плагиоклаза и присутствием в ассоциации с ним микроклина (рис. 3, В), а также в микроклин-плагиоклазовых жилах подтипа 2.1 а. Здесь в присутствии микроклина состав блокового плагиоклаза от контакта к центру «раскисляется» еще значительно, вплоть до альбита, в плагиоклазе более чем вдвое снижается содержание элементов-примесей: BaO , SrO . Уменьшается I всех люминогенов от графического (с максимумом свечения) к блоковому пегматиту в 1,5–2 раза (до очень слабой в альбите). В микроклин-плагиоклазовых пегматитах Карелии особенно отчетливо эта тенденция проявлена в вертикальном разрезе (рис. 3, Г).

Наиболее отчетливо и контрастно РЛ уменьшается в дифференцированных зональных двуполевошпатовых жилах с пегматоидным типом мусковита подтипа 2.1 б (рис. 4, А, Б). В них ΣI РЛ плагиоклаза уменьшается к центральным зонам в 10–12 раз, а максимумы ΣI приходятся на плагиоклаз из зон графического пегматита. Во всех дифференцированных жилах увеличенная I РЛ полос

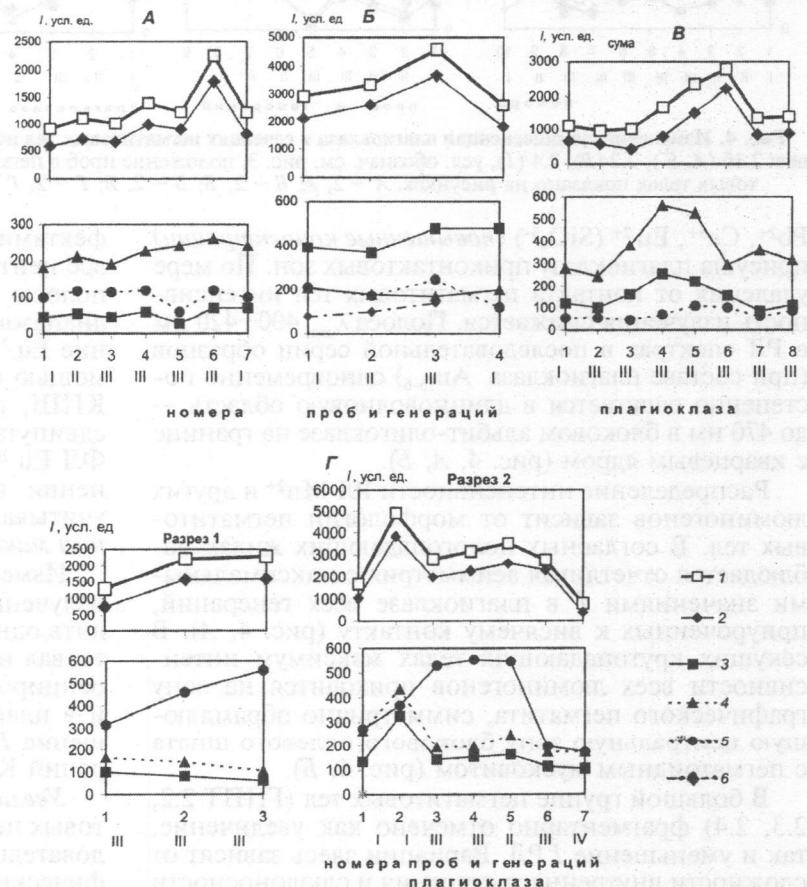


Рис. 3. Изменение люминесценции плагиоклаза в сечениях пегматитовых тел подтипов: 1.3 (А), 2.3 (Б), 1.1 (В), 2.1а (Г); центры люминесценции на графиках (1–6): 1 — ΣI , 2 — Mn^{2+} , 3 — Ce^{3+} , 4 — Eu^{2+} , SiO_4^{3-} , 5 — Fe^{3+} , 6 — Pb^{2+} ; положение проб в пегматитовых телах показаны на соответствующих рисунках: А — 1, А; Б — 1, Г; В — 1, Б; Г — 1, В; номера проб на рис. 1 и графиках идентичны; под номерами проб указаны генерации плагиоклаза: ранние — I, II (из пегматита гранитной и графической структур) и поздние — III (из пегматоидного, блокового пегматита), IV (из зон альбитизации)

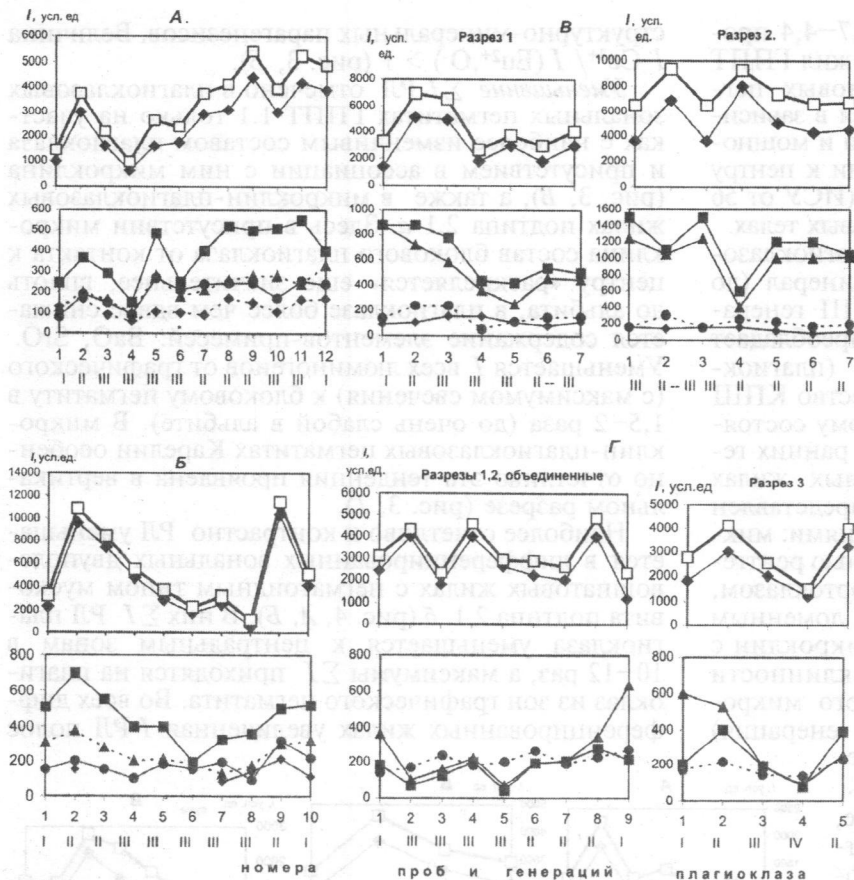


Рис. 4. Изменение люминесценции плагиоклаза в сечениях пегматитовых тел подтипов: 2.16 (А, Б), 2.2 (В), 2.4 (Г), усл. обознач. см. рис. 3; положение проб в пегматитовых телах показано на рисунках: А — 2, А; Б — 2, Б; В — 2, В; Г — 2, Г

Pb^{2+} , Ce^{3+} , Eu^{2+} (SiO_4^{3-}) (повышенные концентрации) присуща плагиоклазу приконтактных зон. По мере удаления от контакта пегматитовых тел интенсивность излучения снижается. Полоса $\lambda_{изл.}$ 400–420 нм в РЛ спектрах в последовательной серии образцов (при составе плагиоклаза An_{15-6}) одновременно постепенно сдвигается в длинноволновую область — до 470 нм в блоковом альбит-олигоклазе на границе с кварцевым ядром (рис. 4, А, Б).

Распределение интенсивности РЛ Mn^{2+} и других люминогенов зависит от морфологии пегматитовых тел. В согласных пологопадающих жилах наблюдается отчетливая асимметрия с максимальными значениями I в плагиоклазе всех генераций, приуроченных к висячему контакту (рис. 4, А). В секущих крутопадающих телах максимум интенсивности всех люминогенов приходится на зону графического пегматита, симметрично обрамляющую центральную зону блокового полевого шпата с пегматоидным мусковитом (рис. 4, Б).

В большой группе пегматитовых тел (ГППТ 2.2, 2.3, 2.4) фрагментарно отмечено как увеличение, так и уменьшение I РЛ. Вариации здесь зависят от сложности внутреннего строения и слюдоносности жил. В сечениях, близких по строению к приведенным на рис. 4, А, Б, отчетливо выявляется уменьшение I РЛ всех люминогенов от контактовых частей жилы к центральным (рис. 4, В, разрез 1). На нижнем горизонте жилы (рис. 4, В, разрез 2) на бесплодном участке (пробы 4–7) концентрация люминогенов плавно возрастает. В слюдоносной же

зоне, связанной в основном с КМК (пробы 1–3), увеличены ΣI , а также $I_{Ce^{3+}}$, Eu^{2+} .

Еще более сложно изменяются РЛ свойства плагиоклаза в крупных полнодифференцированных жилах ГППТ 2.4 с низкой промышленной слюдоносностью (рис. 2, Г, 4, Г). Здесь решающее значение имеет дифференциация пегматитовых тел в горизонтальном и/или вертикальном разрезе по составу ПШ. На всех горизонтах типичной жилы (рис. 4, Г, разрезы 1, 2; 3) максимумы ΣI РЛ плагиоклаза приходятся на зоны графического пегматита существенно плагиоклазового состава. ΣI РЛ уменьшается по мере увеличения количества КПШ в блоково-графической зоне, но затем вновь увеличивается в зоне мономинерального альбит-олигоклаза у кварцевого ядра (разрез 2, пробы 2, 4). Минимальные значения ΣI присущи альбитизированному мелкокристаллическому ПШ вокруг небольшого занорыша с кристаллами мориона (разрез 3, проба 4).

Калиевый полевой шпат. Анализ изменения РЛ свойств КПШ в последовательных генерациях проводился с использованием данных [5] по двум основным параметрам: интенсивность и положение полосы излучения в диапазоне 400–540 нм. Эта полоса связана со структурными дефектами типа O^- и по интенсивности превосходит все центры свечения в 2–10 раз. Влияние на сдвиг полосы в коротковолновую область указанного диапазона (к 400 нм) оказывает, вероятно, излучение Eu^{2+} , присутствие которого установлено с помощью фотолюминесценции (ФЛ). Наоборот, для КПШ, в спектрах РЛ которых полоса излучения сдвинута в длинноволновую область (450–520 нм), ФЛ Eu^{2+} очень слабая или отсутствует. При сравнении интенсивностей этой растянутой полосы учитывались максимальные значения I , т. е. условный максимум излучения.

Изменения интенсивности и положения полосы излучения в диапазоне 400–540 нм могут происходить одновременно или порознь. Наибольший интервал изменений РЛ КПШ присущ полнодифференцированным пегматитовым телам. Так же, как и в плагиоклазах, отмечены увеличение и уменьшение I РЛ условного максимума от ранних генераций КПШ к поздним.

Увеличение I РЛ характерно для двуполевошпатовых пегматитов ГППТ 2.16, в которых все последовательные зоны пегматитов — гранитные, графические, пегматоидные — имеют двуполевошпатовый состав (рис. 2, Б, 5, А). Разные генерации КПШ обладают спектрами РЛ с растянутой полосой излучения в диапазоне 450–520 нм с явным преобладанием центров AlO_4^4 . Почти всегда присутствует перекрытый максимум Mn^{2+} , за счет чего обычен сдвиг к 520–540 нм. Отмечена очень слабая или отсутствует ФЛ Eu^{2+} .

Уменьшение I РЛ установлено в КППШ: 1) из микроклин-плагиоклазовых пегматитов ГППТ 2.1 *а* (рис. 5, *Б*); 2) в двуполевошпатовых жилах ГППТ 2.1 *б*, если КППШ краевых зон представлен ортоклазом или двухфазной модификацией, а центральных — микроклином; 3) в жилах ГППТ 2.4, когда отчетливо проявлена дифференциация по составу ПШ: существенно плагиоклазовый состав краевых приконтактовых зон и явная тенденция возрастания количества КППШ в центральных частях или, в частном случае, появление в центре двух обособленных блоковых зон — альбита и микроклина (рис. 2, *Г*). На фоне снижения РЛ КППШ часто отмечается инверсия люминесценции: после снижения интенсивности излучения рассматриваемой полосы такая же увеличивается в блоковом микроклине на границе с кварцевым ядром. В большинстве случаев, особенно в пегматитах, дифференцированных по составу ПШ, одновременно с уменьшением I РЛ от ранних генераций КППШ к поздним меняется тип спектра РЛ. Для КППШ из краевых зон существенно плагиоклазового состава отмечены полосы РЛ, «сдвинутые» в коротковолновую область: наблюдаются максимумы в диапазоне 400–420 нм за счет интенсивного излучения центров Eu^{2+} , SiO_4^{3-} , характерных для плагиоклаза. Чаще проявлена широкая полоса излучения в интервале длин волн 400–520 нм с равномерным участием в свечении как SiO_4^{3-} , так и AlO_4^{4-} . В поздних генерациях КППШ в спектрах РЛ отчетливее проявлен центр излучения AlO_4^{4-} .

Выводы

1. Люминесценция ПШ в объеме пегматитовых тел: от ранних генераций ПШ к поздним, от краевых к центральным зонам жил изменяется закономерно и зависит от их состава, степени дифференциации, слюдоносности.
2. Установлены две тенденции: *увеличение* и *уменьшение* интенсивности люминесценции ПШ в указанном направлении. В целом тенденция увеличения I РЛ ПШ характерна для плагиоклазовых, а уменьшения — для двуполевошпатовых пегматитовых тел.
3. В *плагиоклазе* увеличение и уменьшение I РЛ коррелируют с поведением сильного люминогена —

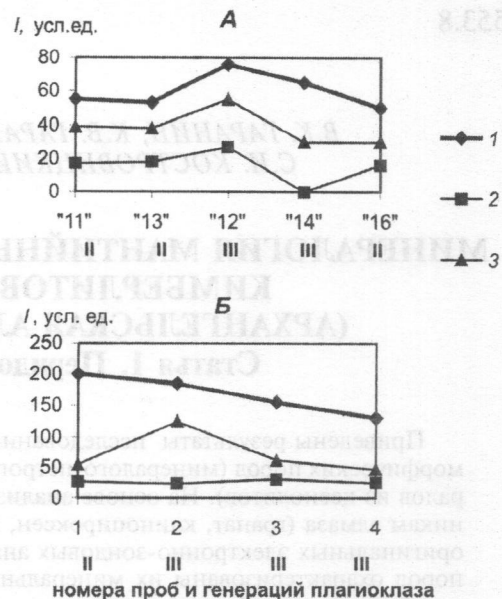


Рис. 5. Увеличение (*А*) и уменьшение (*Б*) интенсивности люминесценции калиевых полевых шпатов в пегматитовых телах от ранних (II) генераций минерала к поздним (III); Центры люминесценции на графиках (1–3): 1 — $\text{SiO}_4^{3-} + \text{AlO}_4^{4-}$; 2 — Fe^{3+} ; 3 — Cr^{3+} ; *А* — ГППТ 2.1б (положение проб на рис. 2, *Б*); во всех пробах четко проявлен максимум AlO_4^{4-} ; *Б* — ГППТ 2.1а; характерен сдвиг максимума $\text{SiO}_4^{3-} + \text{AlO}_4^{4-}$ из коротковолновой (пробы 1, 2) в длинноволновую область спектра (пробы 3, 4)

Mn^{2+} . В дифференцированных жилах увеличенная I РЛ полос Pb^{2+} , Ce^{3+} , Eu^{2+} (SiO_4^{3-}) присуща плагиоклазу ранних зон, которая снижается по мере удаления от контакта к центру пегматитовых тел. При этом полоса $\lambda_{\text{изл}}$ 400–420 нм (Eu^{2+} , SiO_4^{3-}) в РЛ спектрах одновременно сдвигается в длинноволновую область — до 470 нм для Al_{10-6} .

4. В КППШ тенденции изменения I РЛ определяются интенсивностью и положением полосы излучения в диапазоне 400–540 нм, связанной главным образом со структурными дефектами. В КППШ из плагиоклазовых жил и из существенно плагиоклазовых зон двуполевошпатовых жил максимум I РЛ (400–540 нм) сдвигнут в коротковолновую, а из существенно микроклинных зон — в длинноволновую часть спектра.

ЛИТЕРАТУРА

1. Борозновская Н. Н. Особенности рентгенолюминесценции полевых шпатов как показатель их генезиса // Зап. ВМО. 1989. № 1. С. 110–119.
2. Борозновская Н. Н., Сапожникова Л. Н. Связь люминесцентной спектроскопии полевых шпатов с мусковитомностью пегматитов // Минералогия — народному хозяйству. Тез. докл. к VII съезду ВМО.Л.: Наука, 1987. С. 34
3. Борозновская Н. Н., Сапожникова Л. Н. Особенности люминесценции полевых шпатов из мусковитовых пегматитов Мамского слюдоносного района // Минералогия, геохимия и полезные ископаемые Сибири. В. 1. Томск, 1990. С. 236–246.
4. Гинзбург А. И., Тимофеев И. Н., Фельдман Л. Г. Основы геологии гранитных пегматитов. М.: Недра, 1979. 296 с.
5. Сапожникова Л. Н., Борозновская Н. Н., Жукова И. А. Люминесцентные свойства полевых шпатов как индикатор дифференциации гранит-пегматитовых систем (на примере мусковитовых пегматитов) // Изв. вузов. Геология и разведка. 2002. № 6. С. 55–65.
6. Ткачев А. В., Сапожникова Л. Н., Жукова И. А. Геолого-промышленная классификация мусковитовых пегматитов как основа планирования разведки и добычи минерального сырья // Минеральное сырье. Спец. выпуск, посвященный памяти В.В. Аршинова. М.: ВИМС, 2000. С. 74–88.

ВИМС

Томский государственный университет
Рецензент — В.С. Ежов