

Из библиографической
коллекции
проф.А.А.Ярошевского

**РИТМИЧЕСКАЯ
РАССЛОЕННОСТЬ
И РИТМИЧЕСКИЕ
СТРУКТУРЫ ГОРНЫХ
ПОРОД**

Коллекция доступна на сайте
Geowiki
<http://wiki.web.ru/>

Полная коллекция библиографии находится по адресу:
http://wiki.web.ru/wiki/Ярошевский_Алексей_Андреевич

С комментариями и пожеланиями обращайтесь к автору, aaaya@geol.msu.ru

* Есть в домашней библиотеке Алексея Андреевича Ярошевского

БАЛЫКИН П.А., КИСЛОВ Е.В., МАЙОРОВА О.Н., ПОСПЕЛОВА Л.Н. Орбикулярные породы из протерозойских ультрабазит-базитовых массивов Северного Прибайкалья. *Геол. и геофиз.*, т., №7, стр.40-50, 1987.

*БУССЕН И.В., САХАРОВ А.С. Первичная расслоенность интрузивных массивов как проявление магматической дифференциации. В кн.: *Магматические образования Кольского полуострова*. Кольск.фил.АН СССР, 1962, стр.

Жидкостное расслоение на глубине и внедрение в расслоенном состоянии.

БУССЕН И.В., САХАРОВ А.С. О происхождении первичной расслоенности массивов нефелиновых сиенитов. В кн.: *Тезисы докл. III Всесоюзн. петрографич. совещания "Генезис щелочных пород"*, Новосибирск, 1963. Н.: СО АН СССР, 1963, стр.

Жидкостное расслоение на глубине и внедрение в расслоенном состоянии.

БУССЕН И.В., САХАРОВ А.С. Первичная расслоенность и первичнорасслоенные массивы. В кн.: *Проблемы минералогии и петрологии*. Л.: Наука, 1972, стр.

Жидкостное расслоение на глубине и внедрение в расслоенном состоянии.

БЫЧКОВА Я.В., КОПТЕВ-ДВОРНИКОВ Е.В. Ритмическая расслоенность в Киваккском интрузиве. В кн.: *Проблемы магматической и метаморфической петрологии*. (Тезисы докл. на X науч. чтениях памяти И.Ф.Трусовой, МГГА). М., 2000, стр.4-5.

БЫЧКОВА Я.В., КОПТЕВ-ДВОРНИКОВ Е.В. Новые данные о составах пироксенов ритмически расслоенной пачки Киваккского интрузива (Сев.Карелия) и связанные с ними физико-химические ограничения, накладываемые на модели формирования ритмической расслоенности. В кн.: *Тезисы докл. на Всеросс. молодежн. конф. памяти К.О.Кратца, Санкт-Петербург*. СПб.: ИГГД РАН, 2001, стр..

БЫЧКОВА Я.В. *Закономерности строения контрастной ритмической расслоенности в Киваккском интрузиве*. Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. МГУ, каф. геохимии. С., 2003, 20 стр.

БЫЧКОВА Я.В., КОПТЕВ-ДВОРНИКОВ Е.В. Ритмическая расслоенность киваккского типа: геология, петрография, петрохимия, гипотеза формирования. *Петрология*, т.12, №2, стр., 2004.

БЫЧКОВА Я.В., КОНОНКОВА Н.Н., КОПТЕВ-ДВОРНИКОВ Е.В. Особенности изменения состава минералов как свидетельство непарагенности сопряженных слоев в ритмическом переслаивании киваккского типа. В кн.: *"Минералогия во всем пространстве сего слова"*. РАН. Отд. наук о Земле, Росс. мин. общ., СПбГИ (ТУ). СПб., 2004, стр.126-127.

БЫЧКОВА Я.В., КОПТЕВ-ДВОРНИКОВ Е.В. Петролого-геохимические свидетельства непарагенности сопряженных слоев в ритмическом переслаивании киваккского типа. В кн.: *Матер. Международного (X Всероссийского) петрографического совещания "Петрография XXI века", Апатиты, 2005 г., т.3. Петрология и рудоносность регионов СНГ и Балтийского щита*. Апатиты, 2005, стр.58-60.

ВУШКОВА YA.V., КОПТЕВ-DVORNIKOV E.V. Rhythmic layering of the Kivakka type: Petrologic and geochemical characteristics and multilayer-suspension hypothesis of formation. В кн.: *Материалы Международной конференции "Ультрамафит-мафитовые комплексы складчатых областей докембрия"*. ГИ СО РАН. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН, 2005, стр.123-125.

ВАЛУЙ Г.А. Пример ритмической расслоенности в малоглубинном гранитном интрузиве. *ДАН СССР*, т.271, №2, стр.420-425, 1983.

ВАЛУЙ Г.А. Восточный Сихотэ-Алинь – провинция расслоенных гранитов. В кн.: *Современные проблемы формационного анализа, петрология и рудоносность магматических образований*

(Тезисы докл. Всеросс. совещания, посвященного 100-летию со дня рождения академика Ю.А. Кузнецова, Новосибирск, Академгородок, 16-19 апреля 2003 г. Н.: СО РАН-Фил.ГЕО, 2003, стр.46-47.

*ВАЛУЙ Г.А. Восточное побережье Приморья – провинция расслоенных гранитов. *Природа*, №11, стр.31-38, 2004.

*ВОЛОШИН А.В., ПАХОМОВСКИЙ Я.А. Ритмично-полосчатые структуры микроклин-мус-ковит в редкометальных пегматитах. *ЗВМО*, ч.СХП, вып.5, стр.520-526, 1983.

*ГУРУЛЕВ С.А. К генезису расслоенных основных интрузивных комплексов типа Буш-вельдского. *Изв.АН СССР, сер.геол.*, №8, стр.19-31, 1978.

Против кристаллизационной дифференциации, против схемы ЛИХАЧЕВА (1975). О “кризисе” кристаллизационной дифференциации. За: “магмозамещение”, сопровождаемое ликвацией, ретроградное кипение. [Доказать “кризис”, конечно, не смог; из списка аргументов за магматическое замещение серьезный только один - “просвечивание” осадочной структуры; рассуждени беспомощные и слабые - ААЯ.]

*ГУРУЛЕВ С.А. Внутренняя структура, генезис и геолого-структурная систематика основных расслоенных интрузивов. В кн.: *Контактные процессы и оруденение в габбро-перидотитовых интрузиях*. ГИ БФ СО АН СССР. М.: Наука, 1979, стр.30-56.

*ГУРУЛЕВ С.А. *Условия формирования основных расслоенных интрузий*. ИЗК СО АН СССР. М.: Наука, 1983, 248 стр.

ДМИТРИЕВСКИЙ В.С., БУКОВШИНА Н.П. О зональном строении кварца из гранитных пегматитов блоковой структуры. В кн.: *Тр.Воронежск.ун-та*, т.58, 1957, стр.

Кварцевые “складчатые жилки” в гранитах Темуршитая, Ц.Казахстан [см. Повилайтис, 1961].

ДМИТРИЕВСКИЙ В.С., БУКОВШИНА Н.П. О складчатых жилках кварца из гранитпорфирах. В кн.: *Тр.Воронежск.ун-та*, т.48, 1958, стр.

Кварцевые “складчатые жилы” нга м-нии ..., Ц.Казахстан [см. Повилайтис, 1961].

ДОБРЕЦОВ Н.Л., КОННИКОВ Э.Г., ЦОЙ Л.А. Новая модель формирования ритмической расслоенности базитовых плутонов. *Геол.и геофиз.*, т.25, №2, стр.3-11, 1984.

На материалах Довырена. Отметили текстурные особенности ритмической расслоенности троктолитовой зоны Йоко-Довыренского массива – линзовидная полосчатость, косая слоистость и т.п. Главная идея - миграция интеркумулусного расплава в трещины и ослабленные зоны отслоения (как ОСИПОВ, 1982). Жилы анортозитов отходят от прослоев по сколовым трещинам вверх и вниз; определенная роль - сокращение объема при затвердевании. Причины образования мономинеральной породы не объясняются.

ЕФИМОВ А.А. О природе полосчатых текстур в гипербазитах и габброидах платиноносных поясов Урала. В кн.: *Тезисы докл. III Всесоюзн.петрографич.совещ., Магматические формации и связанные с ними полезные ископаемые*. Н.: СО АН СССР, 1963, стр.

Метасоматоз.

ЗАК С.И. Полосчатые текстуры в оливиновых породах Елетьозерского массива Карельской АССР. В кн.: *Тр.Карельск.фил АН СССР, вып.11*, 1959, стр.

ИВАНОВ В.М. Закономерности изменения состава пород и породообразующих минералов ряда ритмически-расслоенных габбро-пироксенит-дунитовых плутонов. В кн.: *Магматические формации Сибири и Дальнего Востока*. М.: Наука, 1973 (1970?), стр.21-72.

КАЗАРЯН Г.А. О полосчатом строении диабаз-порфиритовых даек Алавердского района. *Зап.Арм.отд.ВМО*, №1, стр., 1959, стр.

Два типа полосчатости: (1) полосы с миндалинами, выполненными хлоритом и кальцитом, чередуются с отсутствием их; (2) чередующиеся полосы пород разного петрографического состава. Второй тип очень ограничен, встречается у зальбандов, выражен чередованием более и менее лейкократовых разновидностей. Контакты то резкие, то постепенные. Чем больше мощность полос, тем больше их простирание. В других местах меланократовые прослои представлены несколько вытянутыми шарообразными формами. Меланократ.- Pl 53%, Px 41%, рудные 7%; лейкократ. - Pl 71%, Px 24% рудный 5%. Первый тип - линейная расслоенность пузырьков; второй тип - рассасывание включений вмещающих пород в процессе движения.

КАРПОВ С.М. К вопросу об образовании расслоенных горизонтов и ЭПГ-оруднения. В кн.: *Матер.Международного (X Всероссийского) петрографического совещания "Петрография XXI века", Апатиты, 2005 г., т.3. Петрология и рудоносность регионов СНГ и Балтийского щита*. Апатиты, 2005, стр.131-132.

Гипотезы: (1) инъекции новых порций магмы более примитивного состава [НАЛДРЕТ, 2003; ШАРКОВ, 1994]; в пользу такого предположения указывают автолиты, секущие контакты, но механизм резкий вариаций не объясняется [САУТНОРН, 2002]; локальные явления ликвации на определенных стадиях кристаллизационной дифференциации магмы [ГОДЛЕВСКИЙ, 1968; ДУБРОВСКИЙ, 1998]; АЛЬМУХАМЕДОВ, МЕДВЕДЕВ [*Геохимия серы...*, 1982]; при этом ликвация сопровождается выделением водно-солевого флюида [СМИТ. *Физическая геохимия.*]. Но почему именно в этой части разреза? Нужна большая величина R-фактора (отношение объема силикатного расплава к объему сульфидной жидкости) (диффузия медленная; поэтому равновесие сульфида достигается только с небольшим объемом расплава. Ликвация должна произойти только тогда, когда далеко зашла кристаллизационная дифференциация и накопились большие концентрации некогерентных элементов.

*КОГАРКО Л.Н. Международный полевой симпозиум "Происхождение расслоенных интрузий". *Геохимия*, №11, стр.1658-1659, 1987.

КОЛОНИН Г.Р. О генезисе полосчатых аплитовидных структур гранитных пегматитов. *Геол. и геофиз.*, №2, стр.153-157, 1964.

Тонкослоистые пегматиты. Некоторые факты указывают на то, что ленты с тонкозернистой полосчатой структурой возникают в процессе переработки пегматитовым веществом ксенолитов кварц-биоттовых сланцев. Полосчатый аплитовидный пегматит - продукт наиболее раннего этапа пегматитового процесса, еще до кристаллизации из расплава кварц-микроклинового пегматита обычной структуры.

КОНДРАШОВ И.А., ЭТТИНГЕР К. Микроритмичная и скрытая расслоенность Южно-Сакунского ультракалийевого щелочного массива. *ДАН*, т.356, №4, стр.521-524, 1997.

КОПТЕВ-ДВОРНИКОВ Е.В., БЫЧКОВА Я.В. Многослойно-суспензионная гипотеза формирования ритмичности и малосульфидной ЭПГ минерализации в мафит-ультрамафитовых расслоенных интрузивах. В кн.: *Матер.Международного (X Всероссийского) петрографического совещания "Петрография XXI века", Апатиты, 2005 г., т.3. Петрология и рудоносность регионов СНГ и Балтийского щита.* Апатиты, 2005, стр.140-142.

КОРМИЛИЦЫН В.С., МАНЙЛОВА М.М. Ритмично-полосчатые кварцевые порфиры горы Бугдаи (Юго-Восточное Забайкалье). *ЗВМО*, ч.LXXXXVI, вып.3, стр., 1957.

Полосы мономинерального кварца чередуются с полосами кварцевого порфира. Полосы имеют причудливо-фестончатую форму, наблюдается тенденция повторять форму друг друга. Имеются замкнутые полосы очень неправильной формы. Местами напоминают бурундучные руды. Характерная их особенность - непересекаемость. Мощность кварцевых полос - 0,5-15 мм, вдоль полос удивительно сохраняется. Кварц в полосах обладает друзовой текстурой, все головки в одну сторону (в случае замкнутости - наружу). Основная масса - кварц и К-полевой шпат с гранофировым прорастанием, мало плагиоклаза. Кварц и К-полевой шпат нередко зональны (разделены зоной гранофира). Это - результат прерывистой кристаллизации. Гранофир нередко одинаково ориентирован с вкрапленниками. В целом эти породы отличаются от обычных здесь кварцевых порфиров повышенным содержанием SiO₂ и щелочей. Гранофировая структура характерна только для этих пород. Суть объяснения - в еще подвижной магме по ослабленным зонами течение щелочных с SiO₂ более подвижных растворов; по пузырькам - 360-500° - гранофиры замещаются.

*КОРМИЛИЦЫН В.С., МАНУЙЛОВА М.М. Неоднородности в составе и строении магматических пород и их генетическое значение. *ЗВМО*, ч.CI, вып.1, стр.62-66, 1972.

Со ссылкой на работы Нарсеева говорит о значении полимерной структуры силикатного расплава для механизма предкристаллизационной дифференциации и формирования, в частности, тонко и ритмически расслоенных пород.

КУЗНЕЦОВ И.Е. Первично-полосчатые текстуры в габброидах массива Ялпинг-Нор на Северном Урале. *Вестн.Моск.ун-та, сер.IV (геология)*, №2, стр.96-100, 1973.

КУЛИКОВ И.В.А., ПЕТРОВА М.Г. Полосчатые текстуры в редкометалльных гранитных пегматитах и их генетическое значение. *Мин.ж.*, т.7, №5, стр.13-24, 1985.

*ЛЕБЕДЕВ А.П. Расслоенные текстуры и титановая минерализация в Ангашанском габбровом массиве (Забайкалье). В кн.: *Особенности формирования базитов и связанной с ними минерализации.* ИГЕМ АН СССР. М.: Наука, 1965, стр.

*ЛЕСНОВ Ф.П. Плитчатая отдельность в гипербазитах и проблема генезиса полосчатых текстур в породах полигенных базит-гипербазитовых плутонов. В кн.: *Вопросы генетической петрологии.* (Тр.ИГиГ СО АН СССР, вып.491) Н.: Наука, СО, 1981, стр.203-213.

Полигенные интрузивы: внедрение базальтоидного расплава в серпентиниты по трещинам кливажа и взаимодействие (получаются пироксениты, анортозиты, оливковые габбро и др.).

- ЛЕТНИКОВ Ф.А. Расслоенные магматические тела как результат проявления процессов самоорганизации. *Петрология*, т.9, №3, стр.242-253, 2001.
- ЛИХАЧЕВ А.П. Расслоенность и рудность интрузивных комплексов как результат становления магматической системы в условиях сейсмо-гравитационного взаимодействия. *Петрология*, т.8, №6, стр.634-649, 2000.
- *МАРАКУШЕВ А.А. Проблема генезиса расслоенных интрузивов. В кн.: *Контактные процессы и орудожение в габбро-перидотитовых интрузиях*. ГИ БФ СО АН СССР. М.: Наука, 1979, стр.5-29.
- ОСИПОВ М.А. *Формирование расслоенных плутонов с позиций термоусадки*. ИГЕМ АН СССР. М.: Наука, 1982, 99 стр.
- ПОЛКАНОВ А.А. Несимметричная дайка диабазы с побережья Кольского фиорда. В кн.: *Тр. Ленинградск. общ. естествоиспытателей*, т.58, вып.4, 1928, стр.
- *ПОВИЛАЙТИС М.М. *Ритмично-расслоенные гранитные интрузии и оруденение*. ОГГГГ АН СССР. М.: Наука, 1990, 236 стр.
- *ПОПОВ В.С. О глобулярной текстуре лампрофиров. *ЗВМО*, ч.101, вып.6, стр.370-379, 1972.
- *СЛОДКЕВИЧ В.В. Внутреннее строение и таксонометрические единицы расслоенных плутонов. *ЗВМО*, ч.107, вып.1, стр.81-93, 1978.
- ТАТАРИНОВ А.В., ЯЛОВИК Л.И., ЧЕЧЕТКИН В.С. *Динамометаморфическая модель формирования расслоенных массивов основных пород (на примере Чинейского в Северном Забайкалье)*. Н.: Наука, СО, 1998, 120 стр.
- ЮДИН М.И. О природе полосчатых и птигматитовых текстур гипербазитов хр.Борус. *ДАН СССР*, т.116, №5, стр., 1957.
- *ЯРОШЕВСКИЙ А.А. Происхождение ритмических структур изверженных горных пород. *Геохимия*, №5, стр.562-574, 1970.
- *ЯРОШЕВСКИЙ А.А., КОПТЕВ-ДВОРНИКОВ Е.В. Экспериментальное моделирование ритмической кристаллизации в системе пироксен-плагиоклаз в связи с происхождением ритмически расслоенных магматических тел. *Геохимия*, 1970, №6, стр. 710-720.
- *ЯРОШЕВСКИЙ А.А. От редакции. [К статье Г.А.Валуй. Восточное побережье Приморья – провинция расслоенных гранитов.] *Природа*, №11, стр.38, 2004.
- *ЯРОШЕВСКИЙ А.А. Граничные условия возможного механизма формирования ритмической расслоенности дифференцированных магматических комплексов основных и ультраосновных пород. В кн.: *Изв. Секции наук о Земле РАЕН, вып.15, 2006 (2007)*, стр.117-131.
- *ЯРОШЕВСКИЙ А.А. "Псевдоритмичность" как результат случайных событий (к вопросу о ритмической расслоенности магматических комплексов). *Геохимия*, №2, стр.224-228, 2007.
- BAIN G.W. Patterns of ores in layered rocks. *Econ.Geol.*, v.55, No.4, pp., 1960. [Русск.перевод в кн.: *Проблемы эндогенных месторождений, вып.2*. М.: Мир, 1964, стр.]
- *BEALL J.J. Pseudo-rhythmic layering in the Squera Butte alkali-gabbro laccolith. *AM*, v.57, No.7-8, pp.1294-1302, 1972.
- *BICKFORD M.E. Petrology and structure of layered gabbro, Pleasant Bay, Maine. *J.Geol.*, v.71, No.2, pp., 1963.
- Оливиновые габбро, габбро, кварцевые габбро, кварцевые феррогаббро, гранофиры. Криптовая слоистость (от нижнего слоя оливин.габбро к верхнему слою кварц.ферро-габбро), ритмическая слоистость, "турбулентная" слоистость, слои кварцевого диорита, следы течения магмы. Ритмичность - результат гравитационного осаждения темноцветных минералов и полевого шпата из магматических потоков с различной скоростью.
- BUTLER J.R. Orbicular rocks from Davie County, North Carolina Peimont.. *Southwest Geol.*, v.15, No.3, pp.127-139, 1973.
- CARL J.D., AMSTUTZ O.C. Three-dimentional Liesegang rings by diffusion in a colloidal matrix, and their significance for the interpretation of geological phenomena. *Bull.GSA*, v.69, No., pp.1467-1468, 1958.
- COATS R.R. Primary banding in the basic plutonic rocks.. *J.Geol.*, v.44, No., pp.407-419, 1936. [Русск. перевод в кн.: *Переводы по геологии и полезным ископаемым, №85-86*. Л.: Центр.геол.библ., 1937, стр.]
- Ритмическое распределение твердых фаз разной плотности (плагиоклаз и геденбергит, кварц и ильменит) получалось после встряхивания в смеси с бромформом и спирта. Жидкость имела

плотность, несколько меньшую, чем легкая фаза, а вязкость ее автор считал достаточной, чтобы увлечь эту твердую фазу вверх при выжимании жидкости в результате погружения тяжелой фазы.

COOPER A.F. Petrology of ocellar lamprophyres from Western Otago, New Zealand. *J.Petrol.*, v.20, No.1, pp., 1979.

ECKERMANN F.D., LONG L.E., OLSON E.A. Origin and occurrence extensively developed layered structures in leucogranite-granite pegmatite, Huron Claim-Jonston Lake area, Southeastern Manitoba Canada. *Bull.GSA*, v.69, No.12, Part II, p.1558, 1958.

*EMELEUS C.H. [Слоистые граниты юго-западной Гренландии.] См. Ф.В.ЧУХРОВ. Симпозиумы III сессии Международной минералогической ассоциации. *ГРМ*, №5, стр., 1962. [См.также: *АМ*, v.47, No.1-2, p.188, 1962.]

Ритмические слои со структурами осаждения. Обычные граниты (кварц, плагиоклаз, микроклин-пертит, не более 5% биотита+рудный, сфен, ортит, апатит, циркон, флюорит). Темные слои - содержание последних минералов возрастает до 30-40%, редко до 80% по объему (например, 49% биотит, 13% рудный, 10% алланит, 10% сфен, 1% апатит+циркон). Темные слои обычно более мелкозернистые, чем основной гранит. В темных слоях темноцветные минералы пойкилитически включены в кварц, плагиоклаз, микроклин-пертит и флюорит. Плагиоклаз иногда ритмически зональный. В темных слоях темноцветные минералы - ортокумуляты, цветные - интеркумулус (некоторое количество обоих полевых шпатов частично в составе кумулуса). По аналогии с основными интрузивами - осаждение на дне камеры с сортировкой кристаллов магматическими потоками в необычно жидкой гранитной магме.

*FERGUSON J., PULVERTAFT T.C.R. [Слоистые интрузии провинции Гардар, южная часть Гренландии.] См. Ф.В.ЧУХРОВ. Симпозиумы III сессии Международной минералогической ассоциации. *ГРМ*, №5, стр., 1962. [См.также: *АМ*, v.47, No.1-2, p.189, 1962.]

Интрузивы от габбро до гранитов. Слоистость:

(1) Слои, богатые оливином, в полево-шпатовом габбро в большой дайке габбро.

(2) Слоистость скаергаардского типа в пироксип-фаялитовых сиенитах Nunarssuit, Kungnet, Pimaussaq. Гравитационное осаждение клинопироксена и фаялита с гравитационной сортировкой в потоках. Роль потоков хорошо заметна в осадочных структурах Nunarssuit.

(3) В пуласситах и кварцевых сиенитах Pimaussaq мафические слои тоньше, чем фойяитовые. Ярко выраженная слоистость в кокорткитах (и течение) - концентрация арфведсонита/эгирина, эвдиалита, полевого шпата. Последовательность 1-2-3 никогда не меняется, хотя иногда второй слой становится незаметным.

(4) В науяитах развивается слоистость из-за колебания состава и структуры или только структуры. В лувяртах Pimaussaq слоистость обусловлена колебанием содержания эгирина и арфведсонита. Часть нефелиновых сиенитов Гренландии характеризуются прекрасной ориентировкой полевого шпата.

(5) Слоистость в гранитах Helene: в результате гравитационной сортировки в магматических потоках в слои концентрируются клинопироксен, фаялит и другие темноцветные минералы.

FERGUSON J., PULVERTAFT T.C.R. Contrasted styles of igneous layering in the Gardar province of South Greenland. In: *Min.Soc.Amer.Sp.Paper 1*, 1963, pp.10-21.

См. FERGUSON, PULVERTAFT (1962).

HESS H.H. Primary banding in norite and gabbro. *Trans.AGU*, v.19, No., pp.264-268, 1938.

Внутри мощных слоев расслоенность по плотности.

HOWARD A.D. Zoning in spherulites. *АМ*, v.25, No., pp.614-618, 1940.

JAHNS R.H., WRIGHT L.A. *Gem- and lithium-bearing pegmatites of the Pala district, San Diego County, California. California Div.Mines Spec.Rept.7-A*, 1951, pp.

Описаны тонкослоистые пегматиты (line rocks). Крупнозернистые слои богаты кварцем и пертитом, мелкозернистые - плагиоклазом, кварцем и мусковитом.

JAHNS R.H., WRIGHT L.A. [Особенности слоистых пегматито-аплитовых интрузий.] См. Ф.В.ЧУХРОВ. Симпозиумы III сессии Международной минералогической ассоциации. *АДГ*, '5, №8, 1962. [См.также: *АМ*, v.47, No.1-2, p.194, 1962.]

*LEVESON D.J. Orbicular rocks of the Lonesome Mountain area, Beartooth Mountains, Montana and Wyoming. *Bull.GSA*, v.74, No.8, pp.1015-1040, 1963.

Крупные обнажения орбикулярных гнейсов среди амфиболитов, мигматитов и гранито-гнейсов. Овоиды (орбикулы) имеют ядра, сложенные, главным образом, плагиоклазом, биотитом с или без роговой обманки, окруженные чередующимися оболочками, обогащенными плагиоклазом или биотитом-роговой обманкой. В ядрах плагиоклаз и биотит ориентированы радиально, в оболочках

биотит ориентирован тангенциально. Полевые и микроскопические исследования показывают, что орбикулы формировались как специфический продукт гранитизации амфиболитов (фельшатализация, не сопровождающаяся обогащением кварцем). Эти метаморфические образования автор сопоставляет с кольцами ЛИЗЕГАНГА - диффузия, сопровождающаяся периодической кристаллизацией.

Ритмически расслоенные объекты делятся на две группы: (1) толщины полос образуют экспоненциальную прогрессию (метаморфические орбикулы, сферолиты, кольца ЛИЗЕГАНГА, некоторые агаты; (2) полосы отличаются ритмической последовательностью - орбикулы в магматических породах, оолиты, ритмически зональные плагиоклазы, сталактиты, аргиллиты. Первые контролируются собственно ритмическими процессами, которые всегда связаны с неравновесными процессами; вторые - внешними периодическими процессами и могут быть как следствие равновесных, так и неравновесных явлений. Описанные здесь орбикулы подчиняются экспоненциальной последовательности и образовались в результате ритмических диффузионных процессов - диффузионная миграция ионов Ca^{2+} к центрам орбикул и одновременная диффузия Na^+ и Si^{4+} от центров.

Ссылается на статьи CARL, AMSTUTZ (1958), HOWARD (1940), LIESEGANG R.E. *Geologische Diffusionen*. Dresden u.Leipzig: T.Steinkopf, 1913, 180 SS.

MATALON R., PACKTER A. The Liesegang phenomenon. *J.Colloid Sci.*, v.10, No.1, pp.46-62, 1955.

MOURANT A.E. The spherulitic rhyolites of Jersey. *MM*, v.23, No., pp.227-238, 1932.

ROLL F. Rhythmische Kristallization in Schlacken. *Kolloid Z.*, Bd.79, H., SS.221-222, 1937.

STERN K.H. The Liesegang phenomenon. *Chem.Rev.*, v.54, No.1, pp.79-99, 1954.

*LEVESON D.J. Orbicular rocks: A review. *Bull.GSA*, v.77, No.4, pp.409-426, 1966.

Указано 103 объекта.

LIESEGANG R.E. *Geologische Diffusionen*. Dresden u.Leipzig: T.Steinkopf, 1913, 180 SS.

MATALON R., PACKTER A. The Liesegang phenomenon. *J.Colloid Sci.*, v.10, No.1, pp.46-62, 1955.

MCLAUGHLIN T.G. Pegmatite dikes of the Bridger Mountains, Wyoming. *AM*, v.25 No.1, pp.46-68, 1940.

Описаны тонкослоистые пегматиты (line rocks). Крупнозернистые слои - микроклин, кварц, мусковит, мелкозернистые - клевеландит, кварц, мусковит, гранат.

MOURANT A.E. The spherulitic rhyolites of Jersey. *MM*, v.23, No., pp.227-238, 1932.

PARASKEVOPOULOS G. Cycles in cumulates of layered gabbroic sequences of southern Pindos complex. In: *Prak.Akad.Athens*, 1975, pp.429-442.

POLDERVAART A., TAUBENECK W.H. Layered intrusions of Willow Lake type. *Bull.GSA*, v.70, No.10, pp.1395-1398, 1959. [См.также: *МА*, v.14, No.5, p.364, 1960.]

См.тетрадь 1958/6, стр.109. Предлагают различать два типа слоистости: (1) скаергардский (гравитационное осаждение кристаллов с перемешиванием магмы) - зерна минералов ориентированы своими длинными осями параллельно слою; (2) тип Willow Lake - кристаллы не ориентированы своими длинными осями параллельно слою (способ образования - переохлаждение и кристаллизация в области пересыщения, сопровождаемая периодическими нарушениями (disturbances) в магме).

*PITCHER W. [Теневая стратифицированность в интрузивных гранитах (обзор).] In: *Mechanism of Igneous Intrusion (Liverpool Geol.Soc.Symp., 1969)*. Eds.G.NEWall, N.RAST, G.W.FLINN. Liverpool: Gallery Press, 1970, pp. [Русск.перевод в кн.: *Механизм интрузий магмы. Науки о Земле. Фундаментальные труды зарубежных ученых по геологии, геофизике и геохимии*, т.48. М.: Мир, 1972, стр.103-120.]

PRESTON J. A columnar crystallization of olivine and plagioclase. *Geol.Mag.*, v.100, No.1, pp., 1963.

О ритмической расслоенности в долеритовых дайках.

RASSIOS A. Internal structure and pseudostratigraphy of the Dramala peridotite. *Bull.Geol.Soc.Greece*, v.25, No.1, pp.293-305, 1990.

REDDEN J.A. *Geology and pegmatites of the Fourmile Quadrangle, Black Hills, South Dakota. (Pegmatites and othe Precambrian rocks in the Southern Black Hills)*. U.S.Geol.Surv Prof.Pap.297-D, 1963, pp.

В том числе, описаны пегматиты слоистые (line rocks).

*ROCKHOLD J.R., NEBELEK P.J., GLASCOCK M.D. Origin of rhythmic layering in the Calamity Peak satellite pluton of the Harney Peak Granite, Black Hills, South Dakota: The role of boron. *GCA*, v.51, No.3, pp.487-496, 1987.

ROLL F. Rhythmische Kristallization in Schlacken. *Kolloid Z.*, Bd.79, H., SS.221-222, 1937.

ROOBOV M.J. Size-graded, igneous layering in an Icelandic intrusion. *Geol.Mag.*, v.109, No.5, pp., 1972.

ROTHSTEIN A.T.V. The Dawros peridotite, Connemara, Eire. *Quat.J.Geol.Soc.London*, v.113, No., pp.1-25, 1957. [См.также: *МА*, v.14, No.2, p.154, 1959.]

Ритмически-полосчатое тело.

SCHALLER W.T. The genesis of lithium pegmatites. *AJS*, 5th ser., v.10, No., pp.269-279, 1925.

Описаны очень тонкие перемежающиеся слои в пегматитах и названы из "line rocks".

SHACKLETON R.M. Overturned rhythmic layering in the Huntly gabbro of Aberdeenshire. *Geol.Mag.*, v.85, No., pp.358-360, 1948. [См. также: *MA*, v.11, No.1, p.31, 1950.]

Ритмическая полосчатость первично была совершенной. Их выклинивание теперь является доказательством тектонических движений, когда породы были жесткими.

SØRENSEN H. Rhythmic igneous layering in peralkaline intrusions. An essay review on Pimaussaq (Greenland) and Lovozero (Kola, USSR). *Lithos*, v.2, No.3, pp.261-284, 1969.

Mineral-graded layering – характеризуется постепенным стратиграфическим изменением в пропорциях кумулятивных минералов; isomodal layering – характеризуется одинаковой пропорцией одного и более кумулятивных минералов (JACKSON, 1967, p.22).

Расслоенность в Pimaussaq и Ловозеро характеризуется отсутствием криптовой аслоенности и изменений по простиранию; все слои сложены одними и теми же кумулятивными минералами, но в меняющейся пропорции. Таким образом, эти расслоенные породы сочетают в себе противоположные типы расслоенности – isomodal layering, как в ультраосновных зонах Dushveld и Stillwater, и mineral-graded layering, как расслоенной серии Skaergaard. "Эти особенности указывают, что расслоенность возникла в результате некоторого рода дифференциального осаждения кристаллов, в основном, в застойной магме."

[Краткое описание Pimaussaq и Ловозеро.]

Нет никакого согласия во взглядах на происхождение Ловозеро. Pimaussaq – в основном, согласно идеям USSING (1912). "Необходимо объяснить следующие особенности: (а) ритмическое повторение mineral-graded трехслойных единиц с резким верхним контактом; (b) латеральное распределение с удивительно постоянной мощностью почти горизонтальных слоев; (с) отсутствие секущих соотношений и малые следы магматических потоков, за исключением самой нижней части обнажающейся какорткитовой серии; (d) отсутствие видимой криптовой расслоенности; (е) отчетливые линейные и кумулятивные структуры.

1. Многочисленные исследователи Ловозеро интерпретировали расслоенность дифференцированного комплекса как результат повторной интрузии. USSING (1912) указал, что это невероятно, так как нет секущих соотношений.

2. БУССЕН и САХАРОВ (1967) – первичная стратификация магмы на глубине. Никакие доступные экспериментальные или физико-химические данные не подтверждают эту точку зрения.

3. Фракционная кристаллизация была исключена USSING (1912, p.317), так как последовательность слоев не связана с наблюдаемым порядком кристаллизации минералов. В Ловозеро с нефелином это получается, но такой механизм не может объяснить повторения.

4. ВЛАСОВ и др. (1959), ВИНОГРАДОВ (1962), КОГАРКО и ВОЛКОВ (1963), ГЕРАСИМОВСКИЙ и др. (1966) – "кристаллизационная дифференциация". Механизм ВЛАСОВА и др. (1959) "не может объяснить резкий нижний контакт уртитовых горизонтов и трахитоидность лаявритов"; гипотеза ВИНОГРАДОВА, КОГАРКО, ВОЛКОВА, ГЕРАСИМОВСКОГО и др. "встречается с двумя трудностями. Экспериментальное исследование (BAILY, SCHAIRER, 1966; PIOTROWSKI, EDGAR, 1969) указывают, что тенденция кристаллизации от раннего выделения нефелина до окончательной эвтектической кристаллизации охватывает большой температурный интервал. Это трудно совместить с существованием непосредственно выше еще не кристаллизующейся магмы более высокотемпературных кристаллов. Кроме того, многие из горизонтов так мощны, что диффузионный механизм не эффективен. HESS (1960) объяснил "inch-scalr layering" в основных породах как результат подобных диффузионных процессов в застойной магме."

5. Конвективные потоки могут объяснить только образование слоев в нижней части какорткитов, но верхняя часть их и Ловозеро – нет, так как там нет структур течения. URTON (1960) думал, что в слабых токах легкие полевой шпат и нефелин могут всплывать и получаются темные слои, ими обедненные.

6. ЕЛИСЕЕВ и ФЕДОРОВ (1953) – дифференциальное осаждение кристаллов. ИВАНОВА (1960) – нефелин и полевой шпат флотируются. Дифференциальное осаждение по COATS (1936) может объяснить трехслойный ритм в какорткитах, как указала еще USSING (1912, p.358), но не может объяснить "recurrence of layering". LAUDER (1964) – образование "матов".

7. USSING (1912) – периодическое отделение летучих и падение давления – за счет извержений и т.п. То, что порядок кристаллизации меняется в зависимости от давления летучих, не подтверждается экспериментальными данными для этих пород PIOTROWSKI, EDGAR (1969) и только отчасти подтверждается данными SOOD, EDGAR (in press) – ритмическое колебание давления O₂; это могло бы объяснить ритмичность, но тогда надо считать случайным, что расслоенность обычно "mineral-graded", с наиболее тяжелым минералом, отложившемся ранее более легких. Необходимо найти причины и для постоянного места эвдиалита. FERGUSON, PULVERTAFT (1963) и FERGUSON (1967)

подчеркнули, что может меняться плотность магмы, если меняется давление летучих и они находятся в магме в виде мелких пузырьков. Т.о., если летучие и играют роль, то самый простой механизм – USSING.

8. Прерывающаяся (intermittent) кристаллизация – многие авторы. WAGER (1959) – последовательное зарождение и оседание. JACKSON (1961) – кристаллизация идет снизу вверх и прерывается за счет выделяющейся теплоты кристаллизации. HAWKES (1967) применил подобные идеи при обсуждении расслоенности интрузива Freetown. Пульсирующая кристаллизация может быть вызвана и сейсмической активностью (...OFFER, 1965).

Автор склоняется к пульсирующей (прерывающейся) кристаллизации для объяснения какортоцитов и Ловозеро. "В случае Пимаусса несколько минералов осаждались одновременно из определенных горизонтов магмы. В случае Ловозеро – нефелин был первым минералом, который зарождался и осаждался на каждой стадии кристаллизации."

О физико-химических параметрах агпаитовых пород Пимаусса: плотность, общее давление в магме, роль летучих, вязкость магмы, температура кристаллизации, петрохимические соотношения (агпаитовые породы), порядок кристаллизации.

Выводы. Трехчленные ритмы какортоцитов "могут быть объяснены либо последовательностью кристаллизации породообразующих минералов или дифференциальным осаждением." "Mineral-grading слоистых единиц указывает, что все фазы кумулуса доступны были для осаждения и что эти минералы разделялись согласно плотности в процессе осаждения (USSING, 1912). Это наилучшим образом может быть объяснено кристаллизацией из отдельных горизонтов магмы." "Recurrence слоистости рассматривается как результат прерывающейся кристаллизации. Следующие факторы способны объяснить наблюдаемые особенности: соотношения между градиентами температуры, давления и давления паров; колебаниями давления паров; сейсмическими нарушениями в процессе кристаллизации." Падение давления – переохлаждение, выделяются все минералы кумулуса. Резкий контакт – это и есть этот перерыв. Когда оседают в фойяитах (Ferguson, 1964) слои мелко- и крупнозернистых пород – колебания летучих. "Inch-scale layering" – тоже колебания летучих, но более вероятен диффузионный процесс типа ВЛАСОВА и др. (1959), HESS (1960), КО-ГАРКО и ВОЛКОВ (1962). В Ловозеро – первый нефелин, флотировался или осаждался, тоже летучие. Но в Ловозеро расслоенность менее правильная, чем в какортоцитах Пимаусса.

STAATZ M.H., TRIGES A.F. *Geology of the Quartz Creek pegmatite district, Gunnison County, Colorado. U.S.Geol.Surv Prof.Pap.265, 1955, pp.*

Описаны тонкослоистые пегматиты (line rocks), крупнозернистые слои обогащены кварцем и пертитом, тонкозернистые - плагиоклазом, кварцем и мусковитом.

STERN K.H. The Liesegang phenomenon. *Chem.Rev.*, v.54, No.1, pp.79-99, 1954.

*SYMES R.F., BEVAN J.C., JOU M.Q. The nature and origin of orbicular rocks from near Deshai, Swat Kohiston, Pakistan. *MM*, v.51, Part 5 (No.363), pp.635-647, 1987.

Сложное взаимодействие магмы с ксенолитами.

UPTON B.G.J. Textural features of some contrasting igneous cumulates from South Greenland. *Medd.Grænland*, Bd.123, No.6, SS.1-31, 1961.

WAGER L.R. Rhythmic and cryptic layering in mafic and ultramafic plutons. In: *Basalts. The Poldervaart Treatise on Rocks of Basaltic Composition. V.2.* Eds.H.H.HESS and the late A.POLDERVAART. N.Y.-L.-Sidney: J.Wiley & Sons, 1968, pp.573-622.

WATSON K.D. Origin of banded structure in some massive sulphide deposits. *Trans.Canad.Inst. Mining, Metall.*, v.62, No., pp.351-354, 1959. [Ñi.òâæå: *МА*, v/15, No.2, pp.104-105, 1961.]

*YAZGAN E., MASON R. Orbicular gabbro from near Baskil, Southeastern Turkey. *MM*, v.52, Part 2 (No.365), pp.161-173, 1988.

Сложное взаимодействие магмы с ксенолитами

Из библиографической
коллекции
проф.А.А.Ярошевского

РИТМИЧЕСКАЯ
РАССЛОЕННОСТЬ
И РИТМИЧЕСКИЕ
СТРУКТУРЫ ГОРНЫХ
ПОРОД

Коллекция доступна на сайте
Geowiki
<http://wiki.web.ru/>

Полная коллекция библиографии находится по адресу:
http://wiki.web.ru/wiki/Ярошевский_Алексей_Андреевич

С комментариями и пожеланиями обращайтесь к автору, aaya@geol.msu.ru