

Л. Я. Кабанова

ОСОБЕННОСТИ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ МАГМАТИЧЕСКОГО РАСПЛАВА В МАЛЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ТЕЛАХ

L. Ya. Kabanova

FEATURES OF CRYSTALLIZATION OF MAGMATIC MELT IN THE SMALL GEOLOGICAL BODIES

Complex zoned dykes of small thickness and sills connected with them have been described in the Dalniy quarry of the Magnitogorsk deposit. Rocks of these bodies have been described. Their microstructural features have been underlined. Indications of crystallization of solid phase in glassy samples have been revealed. The conclusions about underwater crystallization of the viscous melt in the small geological bodies have been made. It is supposed that the complex dykes were formed in the process of crystallization of hybrid magma in underwater conditions during volcanic activity.

В статье описаны сложные зональные дайки небольшой мощности и связанные с ними силлы, вскрытые Дальним карьером Магнитогорского месторождения. Описаны породы, слагающие эти тела, подчеркнуты микроструктурные особенности, выявлены признаки твердофазной кристаллизации в стекловатых разностях. Сделаны выводы о кристаллизации вязкого расплава в малых геологических телах в подводных условиях. Предполагается, что сложные дайки сформировались в процессе кристаллизации гибридной магмы в результате пульсационной вулканической деятельности.

При движении магматического расплава к поверхности [10] большая часть его до поверхности не доходит. В условиях растяжения в нижней и верхней частях коры возникают многочисленные трещины, которые становятся ловушками для расплавов. При интенсивном трещинообразовании трещины-ловушки могут в нижней части системы перерасти в магматические резервуары, а в верхней образовывать дайковые тела [11]. Как показывают геологические наблюдения [3, 4], преобладающую роль при этом играют маломощные тела — силлы, дайки, потоки; реже встречаются крупные расслоенные тела, обязанные своим происхождением камерам разных геодинамических обстановок [2].

В этих геологических телах процессы кристаллизации, которые зависят от ряда различных факторов, протекают по-разному. В результате формируются либо тела однородного состава, нередко с отчетливо проявленной зональностью, подчеркнутой разной степенью раскристаллизации, либо тела разного состава (базальт в краевой части, риолит или дацит в центре), т. е. возникают сложные зональные тела. В литературе описаны сложные лавовые потоки ордовикского возраста, обнаруженные в районе Инглиш Лейка [9], немало публикаций касается строения сложных зональных тел, обнаруженных на территории бывшего СССР. В Юго-Западной Джунгарии изучены сложные зональные дайки с мощной центральной частью, сложенной породами кислого состава, с оторочками — породами среднего либо основного состава [1]. Разного типа сложные дайки с 3-х и 5-ти-членным строением встречены в Казахстане и Средней Азии [5], в рудных полях Кузнецкого Алатау [7].

Нами в пределах Магнитогорского месторождения в карьере Дальний были выявлены сложные симметричные дайки и небольшая камера отстоя с прямой зональностью: в центре — лейкократовые породы, в краевых частях — меланократовые.

Выделены два типа сложных даек. Первый — с небольшой разницей в составе между краевыми частями и центральным ядром — базальт-андезит-базальт; второй — контрастные по составу — базальт-риолит-базальт.

Первый тип сложных даек представлен телами, центральная часть которых сложена порфировыми андезитами с многочисленными вкрапленниками плагиоклаза, а оторочки имеют закалочные стекла с заметными следами течения. Граница между порфировыми и афировыми разновидностями пород нерезкая, отмечаются постепенные переходы. Разница содержания кремнезема в центре и краевых частях достигает 10—15 % (табл. 1). Мощность даек этого типа варьирует в пределах от 3.0 до 7.5—8.0 м при ширине краевых частей не более 0.5—1.0 м.

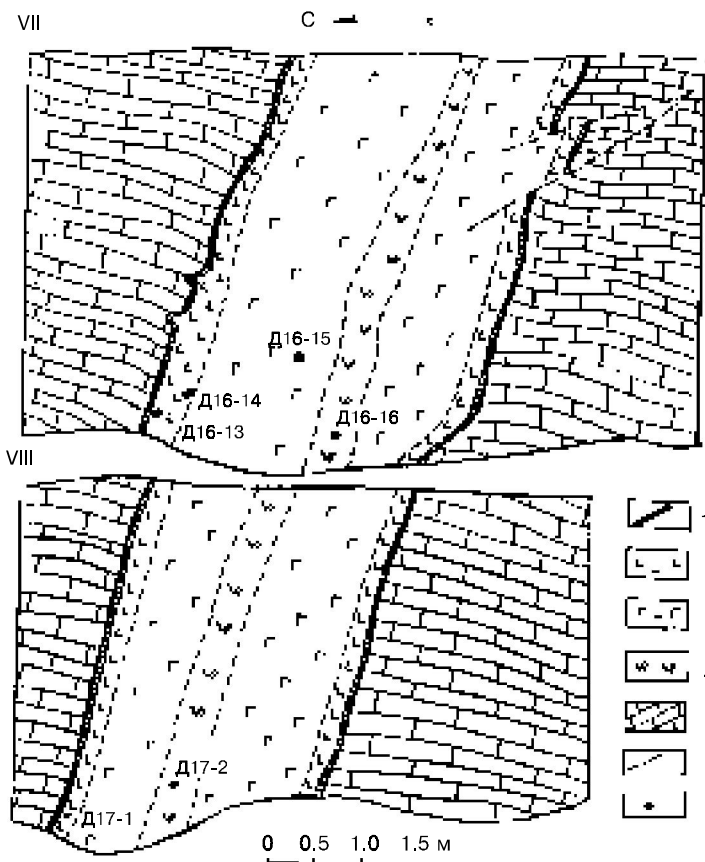
Дайка этого типа вскрыта на седьмом и восьмом уступе восточного борта карьера (рис. 1). Мощность дайки 3.5 м. Отчетливо проявлено зональное строение, хотя резких переходов от одной зоны к другой нет.

Таблица 1

Химический состав пород сложных даек первого типа (мас. %)

Компонент	Д-17-1 к	Д-17-2 ц	Д-16/13 к	Д-16/14 к	Д-16/15 п	Д-16/16 ц
SiO ₂	47.78	58.92	47.88	50.64	60.02	63.33
TiO ₂	2.15	0.83	2.02	1.77	1.27	0.99
Al ₂ O ₃	16.09	17.51	15.90	16.31	16.74	14.20
Fe ₂ O ₃	6.56	2.20	6.42	4.23	2.09	3.97
FeO	5.24	5.56	5.39	6.72	3.30	2.05
MnO	0.26	0.09	0.22	0.33	0.25	0.06
MgO	6.09	2.48	6.83	5.05	2.40	1.51
CaO	7.05	0.90	7.35	5.53	3.62	1.74
Na ₂ O	3.55	0.71	3.21	4.60	2.00	0.86
K ₂ O	1.34	6.80	1.53	1.37	4.60	8.62
п.п.п.	2.64	2.72	2.19	3.04	2.20	1.50
P ₂ O ₅	0.36	0.13	0.30	0.40	0.45	0.16
Сумма	99.39	99.41	99.42	99.37	99.44	99.69

Примечания: к — краевая часть дайки, п — промежуточная зона, ц — центр дайки. Химические анализы выполнены в лаборатории КМИМ Института минералогии УрО РАН. Аналитик Т. В. Кринова



Контакт дайки с вмещающими известняками рвуций, местами с заливами. Закалочная зона не превышает 1.0 см, по данным микроскопического изучения она представлена бурым изотропным стеклом со скелетными кристаллами плагиоклаза. Переход к зоне афирового базальта постепенный. В стекловатой основной массе местами наблюдаются слабо анизотропные сферические неоднородности, встречаются скелетные кристаллы с бахромой. Вблизи эндоконтакта макроскопически отчетливо проявлена полосчатость, которая при микроскопическом изучении представляет собой прерывистые линзовидные полосы, сложенные в разной степени измененным

Рис. 1. Сложная дайка базальт-трахиандезитового состава в восточном борту карьера Дальнего, уступы VII, VIII.

1 — стекловатая зона закалки; 2 — базальты краевой части дайки; 3 — мелко-среднезернистые диабазы; 4 — плагиоклазовые андезиты, трахиандезиты; 5 — вмещающие породы; 6 — тектонические нарушения; 7 — места отбора проб

стеклом (хлоритизированным, сосюритизированным, лейкоксенизированным). Далее по направлению к центру порода приобретает порфирированный облик, основная витрофировая масса сменяется гиалопилитовой и пилотакситовой, а затем и микрофитовой — типичной для мелкозернистых диабазов. Эти диабазы содержат около 40—45 % вкрапленников плагиоклаза и пироксена, находящихся в микрофитовой основной массе, которая постепенно сменяется полнокристаллическими среднезернистыми диабазами с преобладанием во вкрапленниках плагиоклаза. Плагиоклаз наблюдается в виде удлиненно-призматических кристаллов размером от 0.2—1.0 до 2.5—3.0 мм, редко до 4.0—5.0 мм в длину. Отчетливо проявлены двойники — простые и полисинтетические; встречаются зональные кристаллы. Отмечается несколько генераций плагиоклаза: I — широкие таблицы размером до 5 мм, обычно измененные (сосюритизированные, хлоритизированные, пелитизированные), II — удлиненные, лейстовидные кристаллы длиной до 3—4 мм при ширине 0.05—0.2 мм, свежие, по составу — лабрадор № 50—55; III — мелкие лейсты длиной не более 1.0—1.2 мм при ширине 0.01—0.02 мм, по составу — андезин № 45—47. Пироксен наблюдается в виде изометричных и ксеноморфных зерен, иногда призматических или короткопризматических кристаллов с восьмиугольным сечением размером от 0.2 до 2.0 мм. Обычно пироксен замещен вторичным амфиболом травяно-зеленого цвета с резким плеохроизмом по обычной схеме абсорбции, но с появлением синеватых оттенков по Nr'. Ближе к лейкократовому ядру стекловатая матрица исчезает, и порода приобретает полнокристаллический облик, отмечается укрупнение кристаллов плагиоклаза и пироксена, проявляется офитовый характер их прорастания. Мощность диабазовой части обычно в 2—2.5 раза больше мощности краевой и центральной частей. Центральная часть отличается более светлой окраской, лейкократовым обликом. Она сложена трахиандезитом с бостонитовой структурой, участками напоминающей микрогранитовую, отличаясь несколько большим содержанием лейстовидного плагиоклаза, наличием короткопризматических и ксеноморфных зерен пироксена и роговой обманки, калишпата неправильной формы и небольшого количества ксеноморфных зерен кварца. Преобладающий минерал породы — альбит розового цвета с тонкими четкими полисинтетическими двойниками. Порода имеет порфирированный облик. Более крупные (до 5—6 мм в длину) кристаллы плагиоклаза представлены альбитом, имеют лейстовидную форму, в большинстве случаев пелитизированы. Мелкие лейсты альбита (0.5—0.8 мм) более свежие, иногда они срastaются с калишпатом, образуя сростки неправильной формы. Пироксен наблюдается в виде короткопризматических кристаллов размером до 0.5—1.0 мм, нередко сдвойникованных. Роговая обманка образует удлиненные призматические или копьевидные кристаллы размером до 1.5—2.0 мм, часто хлоритизированные. Аксессуарные минералы представлены апатитом и сфеном, рудные — магнетитом и титаномагнетитом.

Подобное строение даек свидетельствует о кристаллизации вязкого расплава в подводных условиях на месте его становления. После заполнения трещины происходила кристаллизация от периферии к центру, о чем говорит наличие сферических неоднородностей в краевой стекловатой части, скелетные формы выделений и отсутствие стекловатого мезостаза в центре дайки, где происходило медленное остывание расплава и были более благоприятные условия для кристаллизации.

Второй тип сложных даек характеризуется лейкократовым ядром, представленным граносиенит-порфирами, дацитами, трахидацитами, риолитами, трахириолитами. Краевые части обычно представлены мелкозернистыми диабазами, габбро-дабазами, редко — микродиоритами. Встречаются дайки, состоящие из трех и из пяти зон: внешние — базальтовые, андезито-базальтовые, промежуточные — граносиенит-порфиновые, сиенит-порфиновые и центральные — риолитовые или трахириолитовые. Мощность даек этого типа колеблется в пределах 4—15 метров. В наиболее контрастных сочетаниях разница в количестве кремнезема в центре и краевых частях даек варьирует в пределах 20—25 % (табл. 2).

Состав и строение сложных даек не зависит от состава вмещающих пород. Дайки прорывают известняки и силлы диабазов. Контакты с вмещающими породами резкие, рвущие. Между лейкократовым центром и краевыми зонами обычно развита полоса пород промежуточного состава (мощность 0.2—0.8 м), в которой появляется амфибол, происходит альбитизация плагиоклаза, отмечается кварц и калишпат. Основная масса здесь раскристаллизована, стекло исчезает. В промежуточной зоне, а также в центре встречаются темноокрашенные ксенолиты округлой или неправильной формы размером от 2—5 мм до 3—5 см. Они представлены породами,

подобными породам краевых зон, отличаясь от них более тонкозернистыми структурами и нередко содержанием значительного количества игольчатых зерен амфибола. Распределение ксенолитов неравномерное. В центральной части дайки встречаются обломки риолитового состава (см. табл. 2). В промежуточной зоне между краевой и центральной частями дайки характерно также наличие двух генераций фенокристаллов плагиоклаза — андезин-лабрадора и альбит-олигоклаза.

Таблица 2

Химический состав пород сложных даек второго типа (мас. %)

Компонент	Д10-1 к	Д9 бп	Д9 гц	Д9 дц	Д11 с	Д14-1п	Д23-1ц	Д14-4кс
SiO ₂	47.88	62.86	69.72	67.18	56.84	60.94	65.33	76.28
TiO ₂	2.02	0.94	0.56	0.78	1.71	1.10	0.93	0.31
Al ₂ O ₃	15.90	14.50	13.32	13.79	15.71	14.45	14.28	11.36
Fe ₂ O ₃	6.42	5.01	3.01	3.53	5.96	5.80	3.95	0.81
FeO	5.39	1.79	1.25	1.37	2.51	1.60	1.76	1.12
MnO	0.22	0.06	0.05	0.06	0.16	0.06	0.05	0.05
MgO	6.83	1.27	0.65	1.05	2.72	1.46	1.61	1.63
CaO	7.35	0.98	0.92	1.84	3.85	1.31	1.76	0.54
Na ₂ O	3.21	1.40	2.48	4.08	5.08	2.23	2.77	5.89
K ₂ O	1.53	8.80	6.20	4.32	2.08	8.17	5.45	0.20
п.п.п.	2.19	1.40	1.12	1.52	1.88	1.77	1.54	1.72
P ₂ O ₅	0.30	0.19	0.13	0.17	0.49	0.22	0.12	0.09
Сумма	99.42	99.52	99.70	100.07	99.41	99.37	99.66	100.11

е Бух г Буш; к — край сложной дайки, п — промежуточная зона, ц — центр, с — силл, кс — ксинолит в дайке. Химические анализы выполнены в лаборатории КМИМ Института минералогии УрО РАН. Аналитик Л. А. Ганеева.

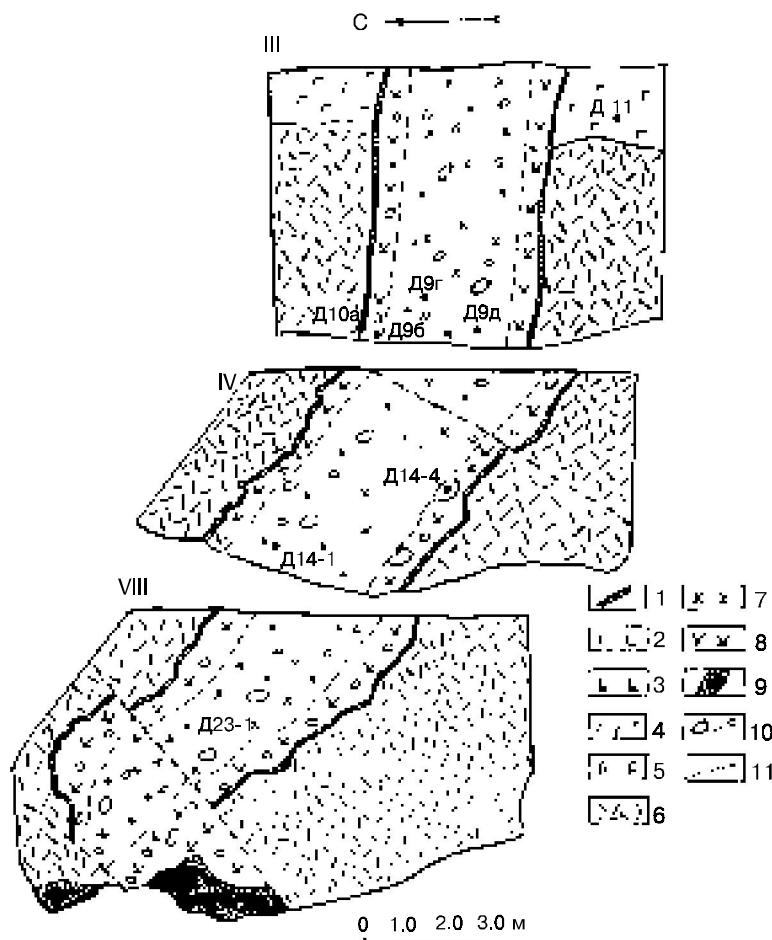


Рис. 2. Стрoение сложной дайки в восточном борту карьера Дальний. Уступы III, IV, VIII.

1 — стекловатая зонка закалки; 2 — афировые базальты; 3 — плагиоклазовые базальты; 4 — мелко-среднезернистые диабазы; 5 — порфировидные диабазы и габбро-диабазы; 6 — риолиты и трахириолиты; 7 — сиениты и граносиениты; 8 — гибридные породы промежуточной зоны; 9 — гематит-магнетитовая и магнетитовая руда; 10 — ксенолиты; 11 — тектонические нарушения

Такая сложная дайка зафиксирована в восточном борту карьера и прослеживается на всех уступах, начиная с третьего и до дна карьера. Непосредственный контакт дайки с вмещающими породами четкий, рвуший, с

зонками закалки 2.0—3.0 мм, иногда до 1 см (рис. 2). Дайка имеет пятичленное строение. Краевая часть представлена порфировым базальтом. Микроскопически порода характеризуется отчетливо проявленной витрофировой основной массой и миндалекаменной текстурой. Порфиновые выделения составляют около 40 % породы и представлены плагиоклазом и пироксеном. В фенокристаллах преобладает плагиоклаз, образующий таблитчатые и лейстовидные кристаллы размером от 0.2—0.5 до 4.5—5.0 мм. Наряду с этим встречаются скелетообразные кристаллы необычной формы, часто с бахромой на коротких гранях и с включением стекла в фенокристаллах. В большинстве случаев плагиоклаз изменен (альбитизирован, хлоритизирован, пелитизирован). Пироксен составляет всего 3—5 % от общего количества фенокристаллов, полностью замещается хлоритом и эпидотом. Основная масса представлена разложенным хлоритизированным вулканическим стеклом с отчетливо проявленными следами течения, обтеканием каждого фенокристалла. По направлению к центру дайки, ближе к промежуточной зоне миндалекаменные базальты постепенно сменяются базальтами, в основной массе которых появляются веерообразные и розетковидные сростания удлиненных лейстовидных кристаллов плагиоклаза и игольчатого пироксена. Промежуточная зона дайки представлена гибридными сиенит-порфирами, которые отмечаются в краевых частях базальтовой зоны в виде обломков. Макроскопически порода приобретает розовато-сиреневый оттенок. Структура породы порфировая, основная масса — трахитоидная, в большинстве случаев характеризуется комбинацией микропйкилитовой и интерсертальной структур. Порфиновые выделения составляют около 25—30 % породы, представлены плагиоклазом и калишпатом. Плагиоклаз (андезин № 32—35), в большинстве случаев изменен, замещен эпидотом иногда в смеси с бледноокрашенным хлоритом. Калишпат обычно пелитизирован, иногда альбитизирован. В небольшом количестве (около 2 %) встречается кварц псевдогексогональной формы, либо с «оплавленными» краями и глубокими бухтообразными врезами внутрь зерен, выполненными измененным стеклом. Размер зерен кварца колеблется в пределах от 0.5—1.0 мм до 3.0—4.0 мм. Основная масса состоит из разложенного вулканического стекла, содержащего микролиты и микролейсты плагиоклаза и калишпата.

Центральная часть сложной дайки наиболее светлая — розовато-сероватая, иногда светлорозовая, местами с сиреневатым оттенком. Переход от промежуточной зоны постепенный. В центре дайки наблюдается значительное количество магматических мафических и гибридных включений размером от 2—3 до 7—10 см, обычно округлой или неправильной формы. В центре они имеют более светлую окраску, чем в других зонах. Породы центра дайки представлены сиенит-порфирами, местами полнокристаллическими сиенитами. Гибридные включения варьируют по составу от диабазов, габбро-диабазов до сиенитов. Они часто содержат крупные кристаллы (до 1 см) лабрадора № 54—60, окруженные скелетными оторочками андезина-олигоклаза, овоидами калиевого полевого шпата. Матрикс включений состоит в основном из андезин-лабрадора № 45—52, пироксена и роговой обманки. Биотит, вторичная роговая обманка (тремолит, актинолит), мелкозернистые выделения кварца и калишпата встречаются в основной массе в подчиненном количестве.

Эти включения несут следы кристаллизации в условиях переохладения: наличие скрытокристаллических фрагментов и тонкозернистых зон закалки по периферии некоторых из них, тонкоигольчатый габитус у апатита, присутствие скелетных форм плагиоклаза. Как правило, контакты между включениями и вмещающими их породами резкие, без постепенных переходов. Гибридные включения неодинаковы по текстурно-структурным особенностям.

Происхождение этих включений объясняется [8, 12] быстрой кристаллизацией гибридной магмы — продукта смешения основной и кислой магм в ходе их одновременной транспортировки по общему магмоводу. Возможно, сложные дайки Магнитогорского месторождения, обнаруженные в карьере Дальнем, возникли в результате смешения разных порций магмы непосредственно вслед за генерацией магмы основного состава. По-видимому, смешивались примерно равные количества насыщенной кристаллическими фазами магмы кварц-плагиоклазовых риолитов и базальтов, т. к. встречаются ксенолиты чисто риолитового и базальтового состава наряду с гибридными включениями. Овоиды и кварц с реакционными оторочками в мафических включениях и лабрадор в кварц-плагиоклазовых риолитах являются ксенокристаллами по отношению к окружающей их основной массе и, скорее всего, были захвачены соответствующими расплавами в ходе механического смешения.

Еще одна сложная дайка наблюдается в карьере, начиная с 9-го уступа и до забоя карьера. Мощность этой дайки около 9—15 м. Контакты резкие, рвущиеся, с зонками закалки (рис. 3). В центре дайки породы светлосерые, местами с розоватым оттенком. Краевые части даек мощностью 1.4 м и 0.9 м представлены

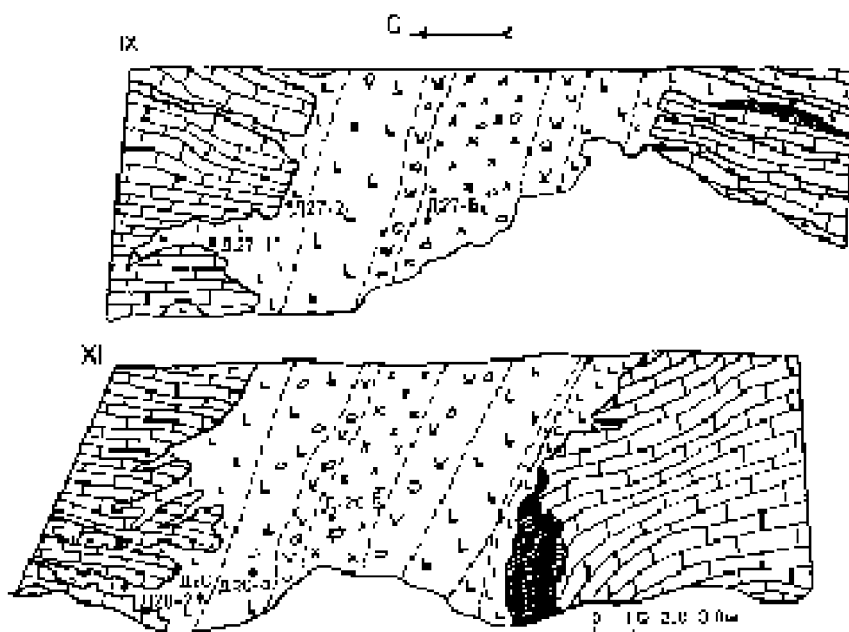


Рис. 3. Сложная дайка с силлами в восточном борту карьера, уступы IX, XI. Условные обозначения см. рис. 2

диабазами зеленовато-серого цвета с гиалопилитовой или пилотакситовой основной массой. От дайки отходят силлы мощностью 0.2—0.5 м в северном контакте и 0.2—0.3 и 1.5 м в южном. Диабазовые части дайки характеризуются офитовой или пойкилоофитовой структурой. Плагноклаз наблюдается в виде удлинённых кристаллов длиной до 2.5—3.0 мм, обычно интенсивно серицитизированных в центре и альбитизированных в краевых частях. По составу плагноклаз отвечает андезину № 35—37. Пироксен образует короткопризматические кристаллы размером до 0.5—1.0 мм, большей частью замещённые вторичным амфиболом, хлоритом, эпидотом. Рудные минералы представлены магнетитом и пиритом, с резким преобладанием последнего.

Таблица 3

Химический состав пород сложных даек и связанных с ними силлов, мас. %

Компонент	Д27-1 к	Д27-2 с	Д-27-6 ц	Д20-2 с	Д20 к	Д20-4 п	Д20-5 ц
SiO ₂	47.50	46.08	66.14	48.48	48.78	68.88	71.30
TiO ₂	2.69	2.62	0.80	1.18	1.98	0.61	0.45
Al ₂ O ₃	15.50	15.16	13.77	13.81	15.96	12.48	12.47
Fe ₂ O ₃	5.28	6.78	3.66	5.21	3.68	1.78	1.51
FeO	5.72	4.46	1.43	5.14	6.82	1.91	1.79
MnO	0.34	0.18	0.07	0.13	0.33	0.08	0.07
MgO	6.36	6.01	0.98	3.25	6.49	0.20	1.04
CaO	7.71	8.53	2.46	10.54	7.93	4.83	1.81
Na ₂ O	3.29	2.57	2.20	3.35	3.59	3.00	3.26
K ₂ O	0.87	1.87	5.60	2.13	1.20	4.40	4.33
п.п.п.	3.63	4.60	1.64	5.44	1.82	1.18	0.98
P ₂ O ₅	0.43	0.41	0.16	0.42	0.31	0.13	0.11
Сумма	99.80	99.49	99.31	99.57	99.31	99.84	99.36

Примечания: к — краевая часть дайки, п — промежуточная, ц — центр, с — силл. Химические анализы выполнены в лаборатории КМИМ Института минералогии УрО РАН.

Силлы и силлообразные апофизы, отходящие от дайки, имеют протяженность от 3.5—4.0 до 25—30 м. Отчетливо проявлены зонки закалки мощностью 1.0—1.5 см и везде отмечается постепенный переход от афировых базальтов часто с миндалекаменной текстурой к диабазам с интерсертальной до офитовой структурами (табл. 3). Плагноклаз составляет более 50 % породы, образует удлиненные лейстовидные кристаллы размером от 0.1 до 2.0 мм. Плагноклаз достаточно свежий, не редко встречаются зональные кристаллы: в центре — лабрадор № 50—55, краевая часть — андезин. Некоторые кристаллы в центре серицитизированы, по периферии — альбитизированы. Пироксен образует короткопризматические кристаллы размером 0.5—1.0 мм, слабо окрашен в буроватые тона, заметно плеохроирует. В краевой части силла афировый базальт по химическому составу сопоставим с породами краевой части дайки (см. табл. 3), но в центральных частях силла порода интенсивно изменена: стекло разложено, хлоритизировано; титаномагнетит лейкоксенизирован. Миндалины в промежуточной зоне выполнены хлорофеем и хлоритом. Хлорофеит желтовато-зеленого, зеленовато-бурого цвета, аморфный, иногда слабо раскристаллизованный. Хлорит мелкошуйчатый, волокнистый агрегат зеленого и синевато-зеленого цвета с заметным плеохроизмом.

Наличие в эндоконтактных частях даек и связанных с ними силлов расслоения в виде струйчатых микропотоков, подчеркнутых развитием вторичных минералов разного цвета и состава, свидетельствует о сложном процессе движения расплава и последовательности этапов формирования этих тел. В стекловатой зоне нередко отмечаются кристаллиты и глобулиты, местами в переходной зоне появляются скелетные микрофенокристаллы, которые иногда сменяются пироксен-плагноклазовыми радиально-лучистыми веерами, розетками и сферолитами. Все эти признаки отражают подводные быстропротекающие процессы магматической кристаллизации.

Небольшая камера отстоя (45м35м) зафиксирована на 12—14 уступах восточного борта карьера Дальний. К камере подходит питающая дайка сложного состава и от нее отходят силлы (рис. 4). Краевая часть камеры сложена полосчатыми базальтами афировой и порфировой структуры, местами брекчированными. Микроскопическое изучение позволяет обнаружить отчетливые следы течения стекловатой основной массы в гиадобазальтах с витрофировой и гиаиновой структурой и большое количество мелких миндалин, ориентированных согласно линии контакта.

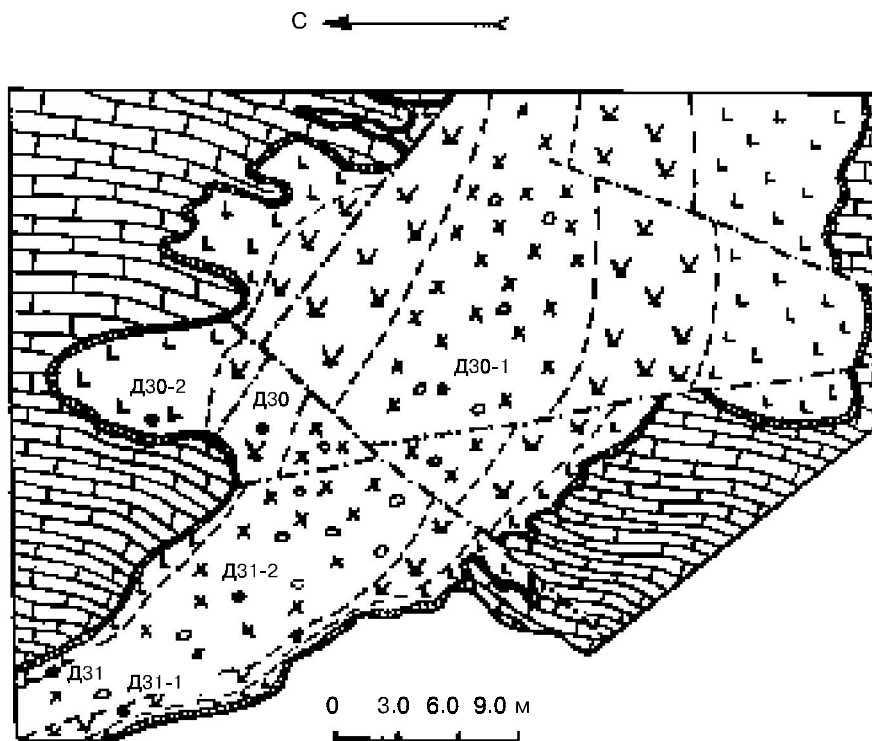


Рис. 4. Камера отстоя с зональным строением в восточном борту карьера, уступы XII—XIV. В нижней части рисунка видна подводящая дайка. Условные обозначения см. рис. 2

Полосчатость подчеркивается наличием светлых и темных полос шириной от 1—2 мм до 1—1.5 см. Светлые полосы содержат около 20—25 % кристаллов плагиоклаза лейстовидной формы размером до 0.1—0.3 мм, альбитизированного, находящегося в хлоритизированном вулканическом стекле, содержащем около 30—40 % миндалин неправильной формы размером до 2—3 мм, выполненных хлоритом. Темные полосы представлены хлоритизированным вулканическим стеклом с густой вкрапленностью тонкораспыленного рудного вещества. Фенокристаллы составляют всего 7—10 % объема породы, они представлены плагиоклазом лейстовидной и таблитчатой формы размером от 0.2—0.5 до 1.0—1.2 мм. Миндалины мелкие (не более 0.5 мм) округлой формы, выполненные хлоритом и хлорофеем. Афировые гялобазальты и микропорфировые базальты постепенно сменяются андезито-базальтами и андезитами (табл. 4) с пилотакситовой и интерсертальной структурой основной массы. Пофировые выделения составляют 20—40 % породы, они представлены плагиоклазом и пироксеном. Плагиоклаз наблюдается в двух генерациях: I — удлиненно-призматические и таблитчатые кристаллы размером до 4—5 мм, часто полностью ссоритизированные, местами с каймой альбита; II — лейстовидные кристаллы длиной до 1 мм с тонкими четкими полисинтетическими двойниками, андезин № 32—35. Пироксен полностью замещен вторичными минералами, узнается только по форме кристаллов. Мезостазис — полностью разложенное вулканическое стекло с микролитами и микролейстами альбитизированного плагиоклаза, хлоритизированного пироксена, точечных рудных зерен магнетита и большого количества миндалин (до 40 %), выполненных хлоритом, эпидотом и кварцем. Центральная часть представлена сиенит-порфирами с фенокристаллами плагиоклаза и пелитизированного калишпата. Переход от андезитов промежуточной зоны к сиенит-порфирам ядра постепенный.

Образование сложного тела — небольшой камеры отстоя с отчетливо проявленной зоной закалки и микроструйчатой полосчатостью в эндоконтактных частях, связанной, по-видимому, с гравитационно-гидродинамическим расслоением «магматической» эмульсии [6], свидетельствует о пульсационном характере вулканической деятельности в подводных условиях.

Таблица 4

Химический состав пород подводящей сложной дайки (Д31) и пород камеры отстоя (Д30), мас. %

Компонент	Д31 к	Д31-1 п	Д31-2 ц	Д30-2 к	Д30 п	Д30-1 ц
SiO ₂	55.05	65.10	71.32	47.01	64.22	71.15
TiO ₂	1.17	0.86	0.34	2.00	0.98	0.35
Al ₂ O ₃	13.57	13.39	12.43	14.12	14.12	12.78
Fe ₂ O ₃	5.32	3.69	1.27	6.40	3.51	1.91
FeO	3.95	1.94	1.24	6.22	3.23	1.81
MnO	0.15	0.05	0.05	0.26	0.07	0.05
MgO	2.91	1.19	0.51	6.40	1.81	0.43
CaO	4.83	1.90	1.23	9.42	1.94	0.93
Na ₂ O	3.44	3.00	1.48	1.20	4.44	0.92
K ₂ O	3.20	6.00	7.84	2.44	3.56	7.60
п.п.п.	5.12	1.92	1.40	3.32	1.22	0.94
P ₂ O ₅	0.24	0.16	0.06	0.35	0.21	0.17
Сумма	99.41	99.46	99.38	99.34	99.55	99.40

Примечания: ц — центр сложной дайки и камеры отстоя, п — промежуточные зоны, к — краевые части. Химические анализы выполнены в лаборатории КМИИ Института минералогии УрО РАН. Аналитик Л. А. Ганеева

Изложенный фактический материал позволяет сделать ряд выводов о происхождении сложных даек Магнитогорского месторождения на примере карьера Дальнего и отметить особенности кристаллизации магмы в малых геологических телах.

1. В пределах Магнитогорского рудного поля выявлен магматический центр с интрузивно-дайковым типом питающей системы.

2. Силлы базальтов и диабазов связаны с дайками основного состава, которые являются для них подводящими каналами.

3. Морфология и особенности петрохимии позволяют выделить два типа сложных тел с прямой зональностью.

4. Наличие зон закалки, присутствие сферических неоднородностей и скелетных форм, отсутствие стекловатой матрицы в ядерной части сложных зональных даек первого типа свидетельствует о кристаллизации вязкого расплава на месте становления и о подводных условиях формирования этих тел.

5. Сложные дайки второго типа, по-видимому, генетически связаны с быстрой кристаллизацией гибридной магмы — продукта смешения основного и кислого расплава в ходе их одновременной транспортировки по общему магмоводу.

6. Небольшие камеры отстоя — своеобразные «раздувы» магмоводов, связанные с вулканической деятельностью пульсационного характера и последующими процессами фракционирования расплава в промежуточных очагах, что подтверждается отчетливо проявленной зональностью и микроструйчатой полосчатостью.

Литература

1. Бсрукаева М. Р., Абзель К. А. О сложных дайках Юго-Западной Джунгарии // Тр. / Институт геологических наук АН КазССР. Алма-Ата. Вып. 24. 1967. С. 38—44.

2. Кепежинская П. К., Савичев А. Т. Геохимическая стратификация и эволюция раннеостороводужных магматических камер // Тихоокеанская геология. 1991. № 1. С. 12—26.

3. Мурдмаа И. О., Рудник Г. Б., Скорнякова Н. С. Новый морфологический тип глубоководных излияний базальтовой лавы // ДАН СССР. 1973. Т. 208. № 5. С. 1205—1208.

4. Попов В. С. К механике внедрения маломощных даек и силлов // Изв. АН СССР. Серия геол. 1973. № 10. С. 48—57.

5. Попов В. С. Сложные симметричные дайки — возможный механизм формирования и петрологические следствия // Зап. Всесоюз. минерал. о-ва. 1975. Вторая серия, Ч. 104. В. 2. С. 168—177.

6. Прокотцев Н. Г. Атлас структур глубоководных лав Тихого океана. М.: Наука, 1980, 142 с.

7. Черняев Е. В. Сложные зональные дайки как результат метасоматоза в тепловых флюидопроводниках // Геология рудных месторождений. 1988. № 2. С. 75—84.

8. Шебанов А. Д., Эклунд О. Минералого-термобарометрическая оценка условий взаимодействия основной и кислой магм при формировании субвулканического комплекса Хаммаруда, юго-западная Финляндия // Петрология. 1997. Т. 5. № 2. С. 160—187.

9. Allen P. M., Cosper D. C., Fortey N. J. Composite lavaflores of Ordovician age in the English Lake District // J. Geol. Soc. 144. № 6. 1987. P. 945—960.

10. Valentine Greg. A. Magma transport through dykes // Nature. 343. № 6250. 1989. P. 614—615.

11. Takada Akira. Magma transport and reservoir formation by a system of propagating cracks // Bull. Volcanol. 52. № 2. 1989. P. 118—126.

12. Eklund O., Frcjdo S., Lindberg B. Magma mixing, the petrogenetic link between anorthositic suites and rapakivi granites, Aland, SW Finland // Mineralogy and Petrology. V. 50. № 1—3. 1994. P. 3—19.