

НОВЫЕ ДАННЫЕ О НЕФЕЛИНОВЫХ ПОРОДАХ КУЗНЕЦКОГО АЛАТАУ

В. Г. МИХАЛЕВ

(Представлена семинаром кафедры петрографии)

Нефелиновые породы в Кузнецком Алатау известны давно, но особенно богатый и интересный фактический материал по ним накоплен в последние 4 года; он и послужил основой данной работы.

1. Краткая геологическая характеристика некоторых массивов нефелиновых пород

В Кузнецком Алатау в 1957—1960 гг. установлено еще несколько массивов нефелиновых пород: Кургусульский, Белогорский, Учкюрюпский, Черемушка, Солнечный и Инзиюльская группа тел; за то же время значительно изменились представления и о ранее известных массивах (Горячегорский, Кия-Шалтырский, Семеновский и др.). Все массивы залегают среди нижнекембрийских осадочно-метаморфических образований Кузнецкого Алатау или внутри нижнедевонских толщ Чулымо-Енисейской котловины. В пределах области сочленения двух названных регионов положение отдельных массивов определялось и отдельными локальными особенностями (крупные разломы, складчатые структуры и др.).

До 1958 г. нефелиновые породы были известны в основном в форме штоко- и силлообразных тел и даек; теперь к ним прибавились покровы.

1. Горячегорский массив. До 1957 г. предполагалось, что нефелиновые породы горы Горячей слагают два обособленных тела; в дальнейшем установлено, что эти тела соединяются и образуют единый массив. Ранее в этом массиве выделялось 3 разновидности интрузивных нефелиновых пород: тералито-сиениты равномернозернистые и порфирированные и нефелиновые сиениты; теперь различается 5 разновидностей: лейкократовые тералиты, тералито-сиениты, полевошпатовые уртиты, нефелиновые сиениты, эгириновые и аплитовидные; более определенное отражение получили эндоконтактные зоны гибридных образований; увеличилось и разнообразие дайковых пород. Признаки всех вновь выделенных разновидностей нефелиновых пород подмечались и ранее, но тогда они не находили своего наглядного отражения: геологические карты и разрезы выглядели слишком схематично и массив считался уникально простым и однородным. Это было бы справедливо и теперь, если бы не были обнаружены Кия-Шалтырский и Кургусульский массивы с еще более простым строением и однородным составом нефелиновых пород.

Форма залегания и состав. Горячегорский массив представляет сложное интрузивное тело штокообразной формы с крутым падением на северо-запад, прорывающее нижнедевонские палеобазальты и различные порфириды и, в свою очередь, пересеченное дайками. Слагается оно щелочными породами, относящимися как к группе нефелиновых сиенитов так и щелочных габброидов; в каждой из них имеются и дайковые образования, насчитывающие по 2—3 разности. Между обеими группами интрузивных пород имеются переходные разности; кроме того, встречаются силикатно-карбонатные образования.

Массив разделяется на четыре зоны: западную — тералитовую, переходную — тералито-сиенитовую, центральную — полевошпат-уртитовую и восточную — нефелиносиенитовую. Западная зона в плане имеет форму неправильного полукольца, составляет около 1/3 массива и слагается преимущественно лейкократовыми разностями тералитов. Последние в эндоконтактах постепенно переходят в гибридные образования, по минеральному составу соответствующие обычным тералитам; нефелин нередко наблюдается и в приконтактных частях вмещающих порфиритов (нефелинизация).

Переходная зона составляет около 1/10 интрузивного массива, располагается восточнее тералитового полукольца и на восток непосредственно переходит в центральную — полевошпат-уртитовую зону. Слагается переходная зона в основном тералито-сиенитами. Генетически она не является самостоятельной структурно-геологической единицей, а отражает лишь промежуточную стадию дифференциации магмы, возможно, с некоторым смешиванием дифференциатов щелочногабброидного и нефелино-сиенитового состава, внедрившихся последовательно друг за другом с небольшим перерывом во времени.

Центральная зона (около 1/5 массива) слагается главным образом полевошпатовыми урритами. Последние вдоль восточной эндоконтактной полосы северного «рукава» постепенно переходят в гибридные образования, по составу близкие к тералитам и тешенитам.

Восточная зона отличается наиболее сложным геологическим строением: слагается в основном нефелиновыми сиенитами с весьма изменчивым минеральным составом и структурой. Здесь встречаются разнородности нефелиновых сиенитов: серых и светло-розовых, вплоть до переходов в аплитовидные щелочные разности без нефелина; с равномерной средне- и мелкозернистой структурой и порфиридовидные, сравнительно свежие и интенсивно измененные. На севере восточная зона слагается тералито-сиенитами.

Дайки слагают около 3,5% массива и по составу распределяются в некотором соответствии с интрузивными породами: в тералитовой зоне — преимущественно тералитовые и нормальные порфириды, в нефелиносиенитовой группе — нефелиновые сиенит-порфиры, тингуаиты. Берешитов и щелочных аплитопегматитов мало, и поэтому каких-либо закономерностей для них не подмечено.

Взаимоотношения между нефелиновыми породами. Местами полевошпатовые урриты с резкими контактами образуют апофизы в лейкократовых тералитах. Следовательно, последние древнее первых. Полевошпатовые урриты пересекаются прожилками эгириновых нефелиновых сиенитов или встречаются в виде ксенолитов (вместе с обломками вмещающих порфиритов) в брекчии, цементом которой являются эгириновые нефелиновые сиениты. В большинстве же случаев переходы между различными нефелиновыми породами постепенные, особенно между тералито-сиенитами и лейкократовыми тералитами и полевошпатовыми урритами. То же относится и к гибридным тералитам и тешенитам, которые имеют постепенные переходы не только в эндоконтакте, но иногда и в экзоконтакте. Многие дайковые тела

нефелиновых сиенит-порфиров являются апофизами эгириновых нефелиновых сиенитов.

Силикатно-карбонатные образования. Все магматические породы в той или иной степени пронизаны прожилками кварца, альбита и особенно карбонатов (чаще совместно друг с другом). Наиболее густая сеть их наблюдается около даек в зонах дробления. Мощность отдельных прожилков варьирует от нитевидных до нескольких сантиметров, но встречаются жилы преимущественно карбонатного состава мощностью 0,2—1,5 м и отдельные линзообразные тела длиной до 200 м с раздувами до 10—20 м. По внешним признакам и по составу такие тела напоминают карбонатиты.

Тектоника. Горячегорский массив приурочен к древнему тектоническому разлому меридионального простирания. Последующие тектонические процессы протекали в основном в зависимости от положения этого разлома. Это видно из следующих данных.

Многочисленные дайки магматических пород и реже силикатно-карбонатные тела являются, по существу, отражением тектонических нарушений, заполненных соответствующим материалом; в отдельных случаях тектонические нарушения встречаются в обычном, незалеченном виде (дробление, милонитизация, борозды скольжения и т. д.). Наиболее крупное нарушение проходит через центральную—полевошпатуртитовую зону. Это нарушение (возможно, и другие) имеет весьма длительную историю развития: фактические данные показывают, что возникновение его предшествовало внедрению магмы, давшей лейкократовые тералиты и полевошпатовые уртиты; те и другие вновь подверглись тектоническим напряжениям; возникшие при этом нарушения явились проводником и вместилищем для последующей порции магмы, давшей нефелиновые сиениты. После затвердевания в них снова возникли нарушения, залеченные затем дифференциатами нефелиносиенитовой магмы с образованием дайковых тел тингуаитов, а в некоторых других местах — щелочных аплитов-пегматитов. Все перечисленные выше породы в пределах данного нарушения местами вновь были раздроблены и затем частично или полностью сцементированы карбонатным материалом, сохранившимся в монолитном, недробленном состоянии и до настоящего времени.

Тектонические нарушения сопровождались и значительными подвижками (более северное положение восточного блока полевошпатуртитовой зоны, в том числе образования северного «рукава»; блоки вмещающих пород, вдвинутые по зоне разлома внутрь интрузивного тела; на юге западного и севере восточного блоков, где нефелиновые породы по тектоническому нарушению граничат с вмещающими, нет гибридных тералитов и тешенитов). Амплитуда относительного перемещения по совместителю в плане составляет 350—500 м. Подвижки имели место, очевидно, на всех этапах тектонических нарушений и носили многоступенчатый характер.

Из изложенного явствует, что становление Горячегорского массива нефелиновых пород происходило в несколько фаз. Первая фаза выразилась в проявлении лейкократовых тералитов, вторая — полевошпатовых уртитов, третья — нефелиновых сиенитов. Каждая из них сопровождалась интенсивными тектоническими процессами и завершалась образованием даек и силикатно-карбонатных тел.

2. Кургусульский массив. Представляет удлиненное штокообразное тело с небольшим сателлитом и рядом апофиз, прорывающее кембрийские метаморфические образования и, в свою очередь, прорванное дайками. Северный и южный контакты под углом около 80° падают навстречу друг другу. Западный и восточный — на запад под углом 70—80°.

Большая юго-восточная часть массива слагается уррито-сиенитами с переходами в нефелиновые сиениты, меньшая северо-западная — тералитами с переходами в лейкократовые разности в тералито-сиениты.

Вмещающие породы — мраморизованные известняки и метаморфизованные эффузивно-сланцевые образования.

Дайковый комплекс делится на две группы: щелочную (с фельдшпатидами) и нормальную. Уррито-сиениты почти всегда порфирированные, причем порфирированность обусловлена крупными зернами преимущественно полевых шпатов в центральных частях массива и нефелина — по его периферии. Уррито-сиениты близки к горячегогорским полевошпатовым урритам и отличаются от последних меньшим количеством нефелина (48% против 61%). Кургусульские тералиты заметно отличаются от горячегогорских тералитов и несколько приближаются к горячегогорским тералито-сиенитам. Дайковые породы. Щелочные: нефелиновые сиенит-порфиры, тингуаиты, мончикиты, тешеиты, тералит-порфириты; нормальные: порфириты, диабазовые порфириты, долериты. Дайки составляют около 3,5%, имеют в основном ЮВ простирание, юго-западное падение под углом 60—90° и достигают мощности 0,5—5 м, редко 10—15 м.

Тектоника. Кургусульский массив приурочен к замку антиклинальной складки древнекембрийских метаморфических толщ. Выражением внутренней тектоники массива являются дизъюнктивы, часть которых заполнена магмой с образованием даек. По некоторым дизъюнктивам имели место подвижки. Особенно это относится к нарушениям, проходящим между тералитами и уррито-сиенитами на севере и между уррито-сиенитами и вмещающими их породами на юге массива. Амплитуда подвижек достигает 100—200 м по сместителю.

3. Кия-Шалтырский массив. В связи с наличием опубликованных материалов по массиву следует сделать лишь некоторые замечания.

1. По исследованиям Е. Д. Андреевой и А. П. Бозина северо-восточная часть массива относится к габброидам нормального состава, тогда как по А. М. Прусевич, располагающему всеми первичными материалами по документации разведочных выработок, указанная часть массива представлена щелочными породами — трахитоидными лейкократовыми тералитами (эссекситами), содержащими от 2 до 13% нефелина.

2. Е. Д. Андреева и А. П. Бозин считают, что становление Кия-Шалтырского массива (а по А. П. Бозину — Горячегогорского и Кургусульского) произошло в одну магматическую фазу, а все разнообразие нефелиновых пород рассматривают как результат щелочного метасоматоза. Автор же данной статьи, как и А. М. Прусевич, этому процессу приписывают лишь локальный характер, в основном же разнообразие нефелиновых пород объясняют многофазностью становления интрузива, хотя и без большого перерыва во времени между отдельными фазами. Подтверждением этого на Кия-Шалтырском массиве служит наличие резких контактов между урритами и тералитами и идентичность оптических свойств соответствующих порообразующих и аксессуарных минералов этих пород; на Горячегогорском массиве то же относится к лейкократовым тералитам, полевошпатовым урритам и нефелиновым сиенитам.

4. Белогорский массив. Белогорский массив, как и предыдущие два, залегает среди эффузивно-сланцево-карбонатных образований нижнего кембрия. Представлен он штокообразным телом нефелиновых пород с довольно крупными «заливами» и останцами вмещающих пород. Северо-восточная часть массива слагается нефелиновыми сиенитами, юго-западная — тералитами. Нефелиновые сиениты сравнительно

однородные, в то время как тералиты отличаются большим непостоянством состава и представляют, видимо, тоже гибридные или метасоматические образования.

5. Семеновский участок. Представлен сложными линзо- и дайкообразными телами гипабиссального типа, сложенными несколькими разновидностями щелочных пород, преимущественно нефелиносиенитовой группы (щелочные сиениты без нефелина и с нефелином, тералито-сиениты, тералиты) и дайками нефелиновых сиенит-порфиров, берешитов и нефелиновых долеритов. Тела всего комплекса щелочных пород залегают внутри толщи нормальных эффузивов нижнего девона. Взаимоотношения между отдельными разновидностями нефелиновых пород в гипабиссальных телах являются довольно сложными.

6. Инзиюльский участок. Находится между ранее известными телами нефелиновых пород Андрюшкиной Речки и Базырского участка и образует с ними единую зону шириной около 3 км. В пределах этой зоны обнаружены силлообразные тела и дайки тералит-порфиров, берешитов, нефелиновых сиенит-порфиров и горизонт щелочных эффузивов, представленный пластами ийолит-порфиров, фонолитов и нефелино-анальцимовых базальтов. Эти пласты достигают мощности 60—100 м и согласно переслаиваются с покровами нижнедевонских эффузивов нормального состава. Суммарная мощность горизонта около 300 м.

II. Вещественный состав нефелиновых пород

Нефелиновые породы в пределах даже одного тела чаще представлены несколькими разновидностями, среди которых имеются представители, относящиеся как к щелочным габброидам, так и к группе нефелиновых сиенитов. Для минерального состава щелочных габброидов характерны основные плагиоклазы (около 30%), авгит, особенно титанистый (3—30%) и нередко оливин (до 15%), в среднем 2,4%; для группы нефелиновых сиенитов — кислые плагиоклазы, кали-натровые полевые шпаты (в сумме более 40%), эгирин-авгит (7%), эгирин (6%), в некоторой мере — щелочные амфиболы (до 5%). Из акцессорных и рудных минералов нефелиновые породы обеих групп почти всегда содержат апатит и магнетит, реже встречаются флюорит, сфен, циркон, титаномагнетит, ильменит.

В химическом составе щелочных габброидов по сравнению с нефелиносиенитовой группой меньше кремнезема (46% против 49%) и щелочей (8,5 против 11%) при относительно повышенных содержаниях кальция (10 и 5,5%), магния (3 и 1%) и титана (0,7 против 0,5% двуокиси). Более или менее значительные отклонения от приведенных данных объясняются различными вторичными эндо- и экзогенными процессами. Последние особенно интенсивно проявились на Горячегорском массиве, где внутри зон дробления и вблизи от них нефелиновые породы густо пронизываются силикатно-карбонатными прожилками, местами с заметной сульфидной минерализацией; породообразующие минералы в большей мере превращены во вторичные агрегаты (канкринит, томсонит, альбит, карбонаты, хлорит, гидроокислы железа и др.), при этом местами, особенно в зоне выветривания, заметно понижаются содержания окислов щелочных металлов (на 1,4%) и увеличиваются количества кремнезема (на 0,2—2,4%) и окислов железа (на 0,7—2,1%).

На Кургусульском и Кия-Шалтырском массивах вторичные изменения аналогичны горячегорским, но выражены гораздо слабее.

III. Некоторые технологические особенности нефелиновых пород

Некоторые нефелиновые породы представляют ценное комплексное сырье для производства алюминия, цемента и содопродуктов. Для его использования разработано несколько способов: один — с предварительным обогащением, другие — без обогащения.

Обогащение преследует в основном снижение содержаний окислов железа; вместе с тем в концентрате несколько повышаются содержания глинозема и щелочей. До 1958 г. наиболее рентабельной и рациональной схемой обогащения признавалась магнитная сепарация. В 1959—1960 гг. на заводе «Сибэлектросталь» весьма положительные результаты получены по флотационной схеме, при которой содержание окислов железа в концентрате снижается до 3,3—4,5%, независимо от количества их в исходной руде, тогда как при магнитной сепарации снижение их даже до 7% лимитируется содержанием в исходной руде не более 10—11%.

Положительные результаты флотации характеризуют не только худшие породы горячегорского массива, но и берешиты Андриюшкиной Речки, которые ранее считались вообще почти небогатыми.

Все это наглядно видно из приведенной ниже табл. 1.

Таблица 1

Показатели	Схемы механического обогащения			Химическое обогащение
	Магнитно-флотационная	Магнитная	Флотационная	
Выход концентрата, %	45—65	до 92	76—87,4	75—89
Извлечение глинозема в концентрат, %	55—75	95	90—95	85—88
Содержание в концентрате, %				
Глинозем	25—26	22,5—23,5	25,9—22,3	23—27
Окислы железа	3,5—4,5	7,0—7,5	3,3—4,5	5,0—7,9
Окислы щел. мет.	12,5—14,0	9,7—10,0	13,2—16,3	16—18
Кремнезем	46—47	45—47	45,0—50,2	36—37

Переработка нефелиновых пород без обогащения возможна способом спекания со щелочью и известняком при содержании окислов железа не свыше 7% или с добавкой к ним восстановителя, например, бурых углей назаровского типа, если окислов железа больше 7%; разрабатывается гидрохимический способ, исключая процесс спекания.

IV. Заключение

1. Массивы нефелиновых пород Кузнецкого Алатау приурочены к области сочленения его с Чулымо-Енисейской котловиной и отражают региональный характер внедрения магмы щелочного состава.

2. Становление большинства массивов происходило в гипабиссальных условиях, в несколько раз и сопровождалось процессами дифференциации магмы; вмещающие породы при этом подвергались ассимиляции и в меньшей мере нефелинизации.

3. В геологическом строении большинства массивов участвуют как щелочные габброиды, так и породы группы нефелиновых сиенитов. Это дает основание предполагать, что нефелиновые породы, если не всех, то большинства массивов (Горячегорский, Кия-Шалтырский и др.)

генетически связаны с щелочной магмой габброидного состава, при дифференциации которой в остаточном расплаве постепенно происходило увеличение, с одной стороны, кремнекислоты, вплоть до образования насыщенных ею безнефелиновых щелочных пород, а с другой — углекислого кальция, давшего (совместно с кремнеземом) силикатно-карбонатные тела.

4. Нефелиновые породы встречаются в различных геологических условиях и имеют различные, иногда сложные формы залегания: штоко- и силлообразные покровы, дайки, сложные зональные формы, напоминающие слоистые интрузии.

5. Массивы нефелиновых пород неоднократно подвергались тектоническим напряжениям с развитием дизъюнктивов, которые нередко сопровождались заметными подвижками.

6. Некоторые нефелиновые породы представляют ценное комплексное сырье: разработано несколько технологических схем, по которым из таких пород могут успешно получаться алюминии, цемент и содопродукты; в последнее время ставится вопрос даже о возможности утилизации хвостов обогащения для различных целей (получение железа, концентратов редких и рассеянных элементов и др.).

7. Все интрузивные нефелиновые породы, которые автором выделены в западную, переходную и центральную зоны Горячегогорского массива, И. В. Лучицкий в 1952 г. называл тералито-сиенитами; несколько позднее он ввел для них совершенно новый термин «горячиты», а А. П. Бозин полевошпатовые уртиты называет базыритами. Такое неустойчивое положение с терминологией щелочных пород создано не только для Горячегогорского массива. Например, уртиты в учебно-теоретической литературе часто характеризуются как породы, связанные с группой нефелиновых сиенитов и содержащие эгирин; по обоим этим признакам кия-шалтырские уртиты под такое определение не подходят: связаны не с нефелиновыми сиенитами, а с щелочными габброидами и вместо эгирина содержат титанавгит.

Совершенно очевидно, что дальнейшее и по существу произвольное нагромождение новых терминов недопустимо, но оно говорит за то, что номенклатура щелочных пород нередко не отвечает богатому фактическому материалу, накопившемуся за последние годы, и, конечно, нуждается в упорядочении.