

Е. И. ПАТАЛАХА, Ю. А. КОЛМОГОРОВ

К ПРОБЛЕМЕ МОРФОГЕНЕЗА ГРАНИТОИДНЫХ ПЛУТОНОВ КАЗАХСТАНА

(Представлено академиком Ю. А. Кузнецовым 19 XI 1974)

В строении каледонид и герцинид Казахстана чрезвычайно важное место принадлежит гранитоидным плутонам, выходы которых, с учетом геофизических данных, занимают почти половину площади этого региона⁽³⁾. По своим свойствам плутоны ближе всего соответствуют категории орогенных батолитовых гранитоидных формаций⁽⁴⁾, связанных с каледонским и герцинским тектоническими циклами, и характеризуются почти всеми основными чертами, присущими указанным формациям. Плутоны не оказывают заметного механического воздействия на вмещающие складчатые толщи. Имя почти повсеместно резко дискордантные константы, они как бы поглощают окружающие складчатые структуры, срезая их как в плане, так и по вертикали. Нередко фиксируются тонкие (1 км) и протяженные (десятки километров) остатки кровли, образующие своеобразные «нашлепки» на гранитоидных массивах. Плутоны повсеместно отчетливо секут интенсивно деформированные слоистые толщи главного геосинклинального комплекса. В свою очередь, сами плутоны не обнаруживают дирекционных структур, краевых гнейсов и других признаков механических деформаций в жидкой или твердой фазе. Орогенные слоистые формации дислоцированы, как правило, чрезвычайно слабо. Все это с несомненностью указывает на образование гранитоидных плутонов после главной складчатости в условиях чрезвычайно слабо дифференцированных тектонических движений орогенного этапа развития коры.

Как свидетельствуют геофизические исследования, в подавляющем большинстве случаев (более 90%) контакты гранитоидных плутонов с вмещающими складчатыми толщами падают под окружающие породы, т. е. периклинально, иногда почти вертикально, а иногда в сторону массивов, т. е. центриклинально (рис. 1)*. Нередко с глубиной наблюдается изменение периклинального падения контактов плутона с вмещающими породами на центриклинальное, что наводит на мысль о постепенном выклинивании плутонов на глубину. Иногда оказывается, что несколько близрасположенных массивов гранитоидов на самом деле являются выходами одного и того же плутона. Наконец, следует отметить, что только в Центральном Казахстане при помощи геофизических методов выделено около 40% (от общего количества) «слепых» гранитоидных плутонов, не вскрытых современным эрозионным срезом. Апикальная поверхность их (верхняя кромка) залегает на глубинах от 1 до 3—5 км. Форма «слепых» плутонов в вертикальном сечении в общем подобна реконструируемой морфологии массивов, вскрытых эрозией. Конфигурация апикальной части тех и других плутонов определяется разного рода сочетаниями преимущественно пологих куполов.

Форма плутонов в плане чаще всего грубо изометричная или овальная (70%), реже она приближается к линейной. При этом ориентировка длинных осей соответствует тектоническому простиранию вмещающих складча-

* В подсчет включено около 400 плутонов.

тых структур. Площадь выходов широко варьирует — от десятков до первых сотен, редко достигает 1000 км^2 . Площадь отдельных массивов — до 5–6 тыс. км^2 .

Для суждения о пространственной морфологии и залегании плутонов принципиальное значение имеет оценка их размеров на глубину. Протяженность плутонов по вертикали по результатам интерпретации геофизических данных обычно оценивалась ранее в 2–6, реже до 8–10 км, что привело к представлению об уплотненно-горизонтальном характере гранитоидных плутонов *. Однако при этом, как правило, не учитывались в

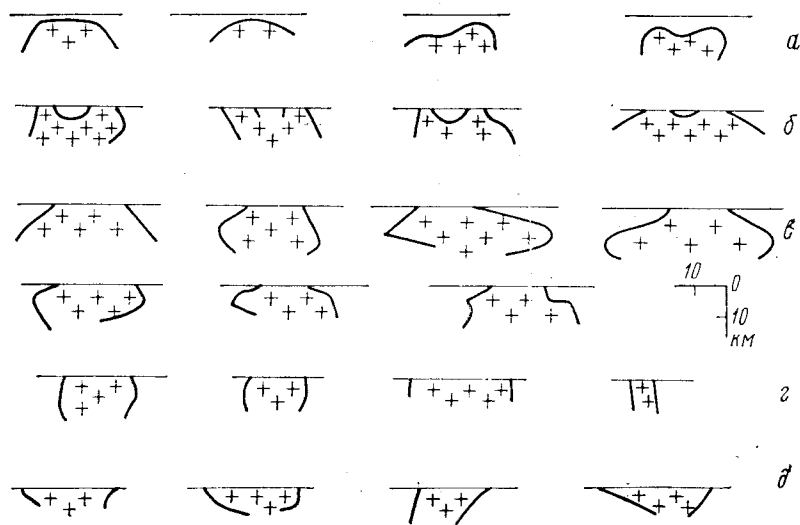


Рис. 1. Характерные формы вертикальных сечений гранитоидных плутонов Казахстана по расчетным геофизическим данным. а — «слепые» плутоны; б — частично вскрытые эрозией, с провисанием кровли; в–д — вскрытые эрозией, с периклинальным (в), субвертикальным (г) и центриклинальным (д) падением контактов

должной мере свойства реальной геологической среды (гранитов, пород кровли, изменение плотности с глубиной и возрастанием регионального метаморфизма и т. д.). Расчеты проводились чаще по кривым Δg , снятым с карты, что, естественно, внесло неточности в результаты построения. Специальные сейсмические зондирования единичных массивов (Жоунрадский, Саякский, некоторые массивы Северного Казахстана) не доставили сколько-нибудь убедительных однозначных данных о залегании подошвы плутонов. Между тем, совершенно очевидно, что с глубиной различия в плотностных и упругих свойствах плутонов и вмещающих толщ сглаживаются. Они максимальны в осадочном слое коры и минимальны, вплоть до ничтожных, — в гранитно-метаморфическом (*).

* Имеются в виду специальные работы по Центральному Казахстану Ю. В. Юнаковской и Н. Н. Дистановой (1969 г.), А. Н. Стоганова и Ю. В. Юнаковской (1965 г.), А. Е. Ежова, В. А. Павлова и Ю. В. Юнаковской (1965 г.), Ф. С. Моисеенко (1964 г.), Е. П. Пучкова и Ф. С. Моисеенко (1968 г.), Ю. А. Колмогорова (1968 г.) и др., а также многочисленные расчеты сечений массивов с использованием геофизических карт (О. Д. Иванов, Ю. И. Кузьмин, А. Ф. Углин, И. Л. Скоблов, А. Г. Важнова и многие другие).

Аналогичные выводы о морфологии и малой мощности гранитоидных плутонов сделаны и по другим районам Союза (Б. А. Андреев, 1938 и 1958 гг. — Карелия и Выборгский массив; Ю. Я. Ващилов, 1963 г. по Северо-Востоку СССР; Ю. А. Зорин, 1962–1964 гг. и В. С. Меньшиков, 1962 г. — для Юго-Восточного Забайкалья; Е. П. Пучков и Ф. С. Моисеенко, 1968 г. — для разных районов Западной Сибири и Алтая; О. В. Беллавин и А. Л. Алейников, 1967 г. — Урал), а также для Северной Америки, Великобритании, Австралии и Финляндии (Ф. Ромберг и В. Бэрнс, 1944 г.; Р. Бин, 1953 г.; М. Г. Ф. Ботт, 1953, 1956, 1961 гг.).

В последнее время проведена интерпретация геофизических данных с использованием математических методов и ЭВМ (специальные работы Ю. А. Колмогорова по Центральному Казахстану 1970—1973 гг.) с учетом выявленных закономерностей изменения физических параметров пород в пространстве и конкретных геологических условий. Полученные данные приводят к выводу о том, что протяженность гранитоидных плутонов по вертикали значительно больше, чем представлялось ранее, и оценивается

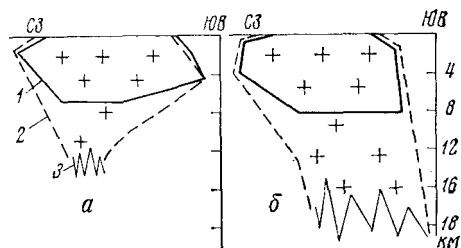


Рис. 2. Вертикальные сечения двух гранитоидных массивов Центрального Казахстана по результатам расчета геофизических данных: а — Кентский плутон, б — Бахтинский. 1 — обычная интерпретация, 2 — интерпретация с учетом изменения плотности гранитов в пространстве, 3 — потеря информации

глубинами до 10—15 и иногда около 20 км (рис. 2). При этом, как правило, трудно уловима нижняя граница плутонов (с поперечником, соизмеримым с мощностью гранитного слоя коры), по-видимому, соответствует в общем случае границе гранитного и базальтового слоев. «Подвешенные» формы характерны для плутонов меньшего поперечного сечения. Все это приводит в конечном итоге к новому представлению о трубообразно-вертикальном характере залегания гранитоидных плутонов.

Морфология их в деталях оказывается чрезвычайно сложной. Однако характер закономерной тенденции приобретают такие свойства плуто-

нов, как периклинальные падения их контактов на высоких уровнях эрозионного вскрытия, субвертикальные на средних и центриклинальные на глубокых.

На основании этих данных наиболее естественным представляется следующий вывод. Гранитоидные плутоны Казахстана, при всей их сложности в деталях, имеют форму, в принципе приближающуюся к форме перевернутой капли или группы, с резким различием между утолщенной и сильно утоненной частями. Разумеется, при этом имеются в виду наиболее распространенные плутоны с достаточно ограниченным диаметром поперечного горизонтального сечения (порядка 5—15 км и менее) по сравнению с мощностью гранитного слоя коры (комбинированная форма крупных плутонов, естественно, более сложна). Следовательно, направление падения контактов плутона с окружающей средой в общем может служить важным источником информации для суждений не столько о конкретной морфологии, как таковой, сколько об уровне (глубине) эрозионного вскрытия плутонов.

Нам представляется вероятной следующая принципиальная схема морфогенеза гранитоидных плутонов Казахстана. Главная складчатость, как процесс тангенциального сжатия, обуславливает консолидацию геосинклинальных осадков и тем самым создает предпосылки, благоприятные для гранитизации верхней части коры горячими мантийными «сквозьмагматическими» (пневмогидротермальными) растворами по Д. С. Коржинскому, представляющими собой, очевидно, имманентную особенность всякого геосинклинального процесса (¹). Процесс этот зарождается в недрах геосинклинали под непроницаемой покрывкой мощной призматической геосинклинальных недеформированных осадков и достигает своего максимума (прорыва к дневной поверхности) после главной складчатости и консолидации слоистых толщ. Растворы характеризуются чрезвычайно высокой энергоемкостью, химической активностью, проникающей способностью и, распространяясь по системе трещинно-разломных каналов снизу вверх, постепенно приближают состав метаморфизируемых складчатых пород (главного геосинклинального комплекса) к составу гранитоидных этектиков, что приводит к возникновению магматической колонны, трассирующей

след распространения пневмогидротермального потока в форме трубообразных, а точнее — каплевидных или грушевидных плутонов. Максимальное скопление гранитизирующих растворов достигает на приповерхностных горизонтах. Этому способствует быстрый спад температуры и давлений на близповерхностных уровнях, что влечет за собой скачкообразную потерю химической активности растворов, а также закупорку трещинно-разломных каналов. В итоге максимальным площадным развитием в горизонтальных срезах характеризуется на 1—2 км не достигающая дневной поверхности «голова» магматической колонны.

Формирование плутонов происходит в сравнительно спокойной тектонической обстановке чрезвычайно слабо дифференцированных, мало контрастных глыбовых подвижек, что приводит нередко к образованию тонких и весьма протяженных «корочек» пород кровли, нависающих над плутонами. Уже не говоря о складкообразовательных движениях, стимулируемых тангенциальным сжатием, такие «корочки» должны были бы взломаться и утонуть в относительно легкой магме в условиях даже не очень контрастных блоковых движений.

Не исключено, что в основании геосинклиналей, а точнее спалического фундамента, возникает своеобразный (маломощный), почти сплошной ярус гранитоидной магмы ⁽²⁾. Тогда этот ярус экранирует глубинные движения, а геосинклинальный чехол плавает на нем, вспучиваясь от бокового сжатия магматического бассейна. Прорывы магмы на дневную поверхность (вулканизм) при этом не характерны.

Вопрос о смещенности — несмещенности магматических масс, иными словами вопрос об интрузивном — неинтрузивном характере плутонов, во всем многообразии его физико-химических аспектов остается важнейшей проблемой петрологии Казахстана и, естественно, нуждается в специальном рассмотрении. В частности, можно допустить возможность перемешивания магматического расплава под воздействием поступающих снизу гранитизирующих растворов, так же как и подток магмы из глубоких горизонтов, что существенно снимает ограничения концепции Д. С. Коржинского.

Поступило
10 XI 1974

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Ю. А. Кузнецов, Главные типы магматических формаций, Изд-во АН СССР, 1964. ² Т. В. Перекалина, Геология герцинских гранитоидных интрузий Центрального Казахстана, Л., Изд-во ЛГУ, 1966. ³ В. Ф. Беспалов, Геологическое строение Казахской ССР, Алма-Ата, «Наука», 1971. ⁴ Н. А. Беляевский, Земная кора в пределах территории СССР, «Недра», 1974.