

Е. А. КУЗНЕЦОВ

## ТЕКТОНИКА СЫСЕРТСКОГО ГРАНИТОВОГО МАССИВА

На основании литературных данных структура Сысертского массива представляется как огромный антиклинорий длиной около 50 км при ширине около 40 км (рис. 1). Весь массив залегает в толще кристаллических сланцев, среди которых главную роль играют кварциты, в нижних частях которых местами залегают мраморы. Они находятся всегда в одинаковых соотношениях с другими толщами, что свидетельствует о наличии более или менее постоянного горизонта. В той же толще вмещающих пород имеются многочисленные интрузии ультраосновных пород, которые также имеют иногда характер постоянных горизонтов, представляя огромные пластовые залежи или силлы, согнутые вместе с вмещающими их кварцитами в складки и подвергнувшиеся интрузии гранитов. Местами ультраосновные породы сопровождаются амфиболитами, и тесная связь их друг с другом, смежное развитие или замещение по простиранию одних пород другими свидетельствуют о габброидной природе последних. К западу от кварцитов залегают толщи зеленокаменных пород, относящихся к верхнему силуру. Всюду падение толщ, вмещающих массив, направлено от него, что подчеркивает основные черты антиклинального строения массива. С востока к кварцитовым толщам примыкают филлиты, переходящие в непосредственной близости к гранитам в слюдяно-гранатовые гнейсы. Последние инъецированы гранитами и широко развиты вместе с кварцитами и другими упомянутыми выше породами внутри массива.

На севере массив отделен от другого гранита, называемого Шабровским, полоской осадочных пород шириною 4 км. Граница массива образует здесь широкую дугу, выпуклую к северу. На северо-восточном конце массива находится город Сысерть. Наше описание мы начнем с окрестностей этого города (рис. 2).

Территория города Сысерть находится на сплошном поле развития зеленовато-серых филлитов, в плотной массе которых разбросано множество мелких гранатовых зерен. Эти же филлиты залегают и на всем протяжении к юго-юго-востоку от города, вдоль Челябинского тракта, слагая и вершину холма, лежащую около города. Непосредственно к востоку от города, около плотины, находится интересное обнажение: в нем в антиклинальной складке из-под филлитов выходят гнейсы, в которых видна обломочная природа.

К юго-востоку от города гнейсы наблюдаются в сопровождении филлитов, которые южнее становятся сильнее метаморфизованными и посте-

ленно также переходят в гнейсы. Этот переход прослежен постепенно при изучении последовательно взятых образцов под микроскопом. Причиной более сильного метаморфизма их, наблюдаемого в южном направлении, служат граниты, которые выступают в обнажениях по обе стороны шоссе, в 5 км от города. Граниты залегают в ядре антиклинали, которая



Рис. 1. Схема тектоники Сысертского массива гранитов. 1 — кварциты, 2 — основные породы (серпентиниты преимущественно), 3 — граниты, 4 — инъекционные гнейсы, 5 — антиклинали

на восток под углом 40—50°. Затем эта полоска переходит в узкие залежи, простирающиеся в том же направлении. Южнее полоса мраморов расширяется и севернее озера Багаряк достигает 2,5 км ширины, южнее озера она не прослеживается.

Обширное поле кварцитов и других осадочных горных пород к западу от города, постепенно расчленяясь гранитами, прекращается. Севернее города, в полосе осадочных пород, в окружении массива появляются полосы ультраосновных пород, превратившихся в змевики и сопровождающиеся амфиболитами. Особенно большое амфиболитовое поле развито

от города и в которой обнажены вышеописанные гнейсы. Падение крыльев антиклинали у плотины составляет около 50° в обе стороны. Падение сланцев в 1 км севернее гранитов в западном крыле равно 30°. Восточное крыло складки изучению не подвергалось.

Описанные соотношения показывают, что в основании филлитовой толщи залегают гнейсы аркозового характера, со следами грубопсаммитовой структуры. Сами же филлиты при приближении к гранитам также переходят в гнейсы, причем переходы эти являются постепенными.

К северу от города Сысерть толщи филлитов продолжают в северо-северо-западном направлении, причем постепенно теряют гранат (см. рис. 2). Его кристаллики становятся все мельче и затем совсем исчезают. Кроме филлитов, в этой толще залегают кварциты. В 1 км к западу от города среди этих пород имеется пласт белого мрамора, залегающего согласно с ними, с простиранием на северо-северо-запад и с падением на северо-восток под углом 50—60°. Эта полоска мраморов доходит до тракта на Полевской завод и дальше не прослеживается. В южном направлении она снова выступает на восточном берегу Сысертского пруда с падением

в районе поселков Воронковского и Каменского. Здесь полоса амфиболитов разделяется на две ветви. Одна из них уходит на северо-восток и дальше не прослеживается, другая же направляется на юг в сопровождении

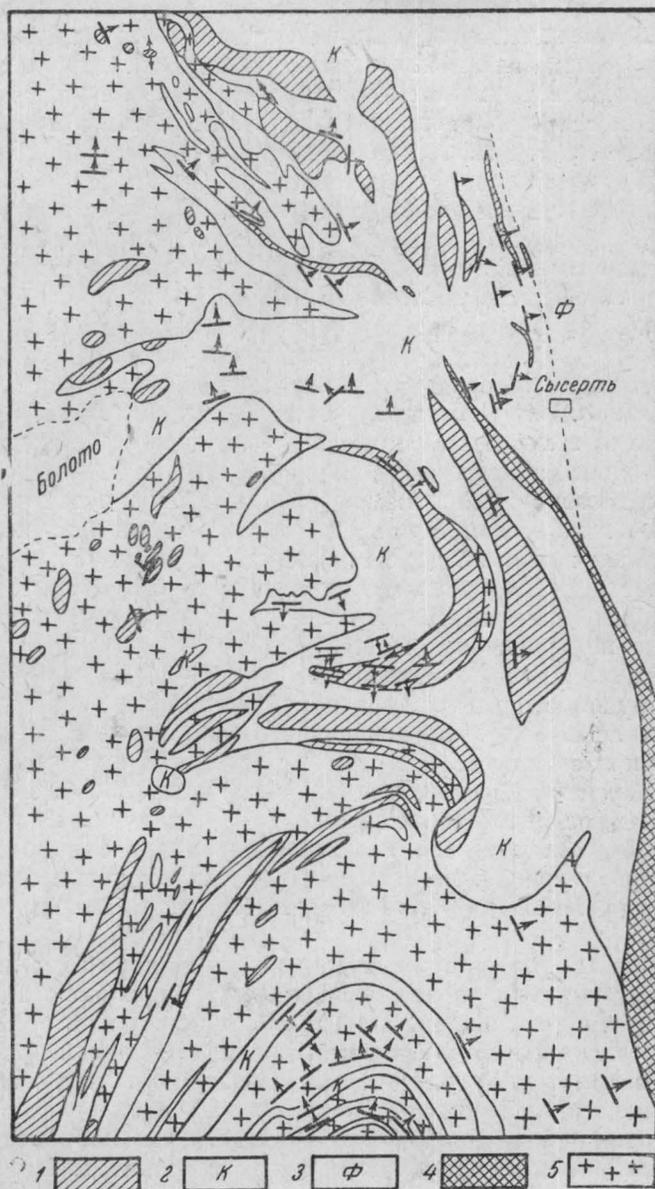


Рис. 2. Схема тектоники северо-восточной части массива.  
1—основные породы, 2—кварциты, 3—филлиты, 4—мраморы,  
5—граниты

антигоритовых змеевиков и оканчивается в 3 км к северо-западу от города. Кварциты, развитые южнее этой полосы амфиболитов, приобретают северо-западное простирание с падением в сторону от массива под углом от 50 до 60°. Таким образом, наблюдается некоторое несогласие в поведении

кварцитов и филлитов, которые отошли к северу и северо-востоку. Среди кварцитов, разбитых юго-западнее амфиболитов, имеется массив антигортных серпентинитов, также содержащий амфиболиты и выклинивающийся как к юго-востоку, так и к северо-западу. Здесь он прерывается гранитами. Последние отделены от главного массива тонкой полоской слюдяно-гранатовых гнейсов, являющихся, как мы видели выше, продуктом метаморфизма глинистых осадков (филлитов). Инъекция значительной массы гранитов отчленяет от кровли массива большой участок.

Главная масса осадочных пород кровли гранитов простирается на северо-запад (см. рис. 1). В ней по обе стороны симметрично располагаются полосы серпентинитов в сопровождении амфиболитов. Эти полосы являются согласными инъекциями основной магмы. Они намечают структуру складки, образуемой кварцитами между двумя гранитовыми массивами — Сысертским на юге и Шабровским на севере. С этим простираем полоса кварцитов прослежена до железной дороги, где она принимает широтное простираем. Среди нее продолжается полоска змеевиков как в северном, так и в южном крыле. В северо-западной части этого пространства, в районе Талькового рудника, среди кварцитов наблюдаются полоски мраморов. Они обнажены в каменоломнях и в естественных выходах. Здесь хорошо видно залегание этих пород. При северо-западном простираем мраморы обладают в большей части каменоломен южным падением под углом  $50^\circ$ . Только на крайних северных каменоломнях наблюдалось крутое падение, достигающее  $80^\circ$  на восток, в то время как на западной стороне тех же каменоломен, близ железной дороги, падение их западное, под углом  $20^\circ$ . Это указывает на местное усложнение складчатой структуры. Полоска мраморов наблюдается на протяжении 3—4 км по простираем, и дальше к северу она не прослеживалась.

Симметрично с указанной полоской мраморов, в 3 км на юго-запад от Талькового рудника, среди кварцитов, также в лежащем их боку, располагается такая же полоска мраморов. Ее залегание не наблюдается, но амфиболиты падают на северо-восток под углом  $70^\circ$ , а кварциты несколько к западу от железной дороги падают на север под углом  $40^\circ$ . Прилегающие граниты обладают пластовой отдельностью, падающею на северо-восток под углом  $45^\circ$ , обнаруживая согласное залегание с породами кровли. С другой стороны граниты Шабровского массива близ контакта падают на юго-запад под углом  $15^\circ$  в обнажениях, находящихся на расстоянии 0,5 км от контакта.

Симметричный разрез промежуточной между двумя гранитовыми массивами толщи, падение от обоих массивов внутрь полоски осадочных пород свидетельствует о наличии синклинальной складки, в которой принимают участие как кварциты с мраморами, так и серпентиниты. Ядро складки сложено кварцитами, в толще их залегают мраморы, над которыми лежит силл змеевиков и амфиболитов, участвующий в складчатости. С точки зрения строения района можно было бы ожидать, что Шабровский и Сысертский массивы обладают одинаковым составом гранитов. Тем не менее это не оправдывается. В то время как Сысертский массив сложен в главной своей части светлыми двуслюдяными и биотитовыми гранитами, Шабровский массив представляет роговообманковый тип гранитов, стоящих ближе к граю-диоритам, и обладает порфировидной структурой с вкрапленниками розового микроклина, достигающими 2 см. В Сысертском массиве таких пород не встречено.

Среди осадочной толщи кровли Сысертского массива имеются довольно частые дайки гранит-порфиров. Их можно видеть во многих местах к северо-западу от города Сысерть. Состав их разнообразен, и среди них можно

встретить полные аналогии Сысертского гранита с микроклином и биотитом. С другой стороны, можно проследить все переходы от этого типа к разновидностям, лишенным микроклина и содержащим только альбит.

В дайках, расположенных ближе к Воронцовскому поселку, эти породы подверглись рассланцеванию и приобрели вкрапленность пирита.

В районе железной дороги простирание пород кровли, а также и отделимости прилегающих гранитов, становятся широтными с падением на север. Дальше граница гранитового массива идет в юго-западном направлении на расстоянии около 30 км (см. рис. 1). В окружающем граниты участке залегают те же породы. В районе с. Мраморского полоса мраморов, подчиненная кварцитовой толще, расширяется. Особенно хорошо обнажены змеевики, которые выступают в виде непрерывного ряда холмов и в таком виде прослеживаются на 16 км. Мраморы ясно видны в выработках, оканчивающихся в 2 км севернее с. Мраморского. Они развиты вместе с змеевиками и амфиболитами, но мраморы в 2 км от села Мраморского прекращаются, амфиболиты же и змеевики продолжают далеко к югу.

В селе Мраморском, на его восточных окраинах, развиты те же мраморы, а восточнее их сильно расширяется ультраосновной массив. Южнее он еще более развит, достигая 2 км ширины. В таком виде массив ультраосновных пород непрерывно тянется до р. Чусовой. В гранитах имеется ряд отчлененных участков серпентинитов и кварцитов, развитых в 4 км к северо-востоку от с. Мраморского. В 3 км к северо-востоку от села находится высокая гора, сложенная в основании гранитами, а на вершине состоящая из актинолитовых пород, амфиболитов и кварцитов, представляющих также отторженец пород кровли. Подобные же отторженцы наблюдаются также и в 3 км к востоку от с. Мраморского. В этой местности змеевиковый массив сильно метаморфизован и превращен в актинолитовые породы. Расчленяя его, в него вдаются дайки гранитов. Дайки внедряются в змеевики с боков и снизу, проникая в них по линиям расколов, о чем свидетельствует не только сам процесс проникновения гранитов, но и рядовое расположение их дайек: ультраосновные породы во всем районе превращены в антигоритовые змеевики. Этот процесс представляет региональное явление и не стоит в какой-либо связи с гранитами. Наоборот, там, где антигоритовые змеевики входят в контакт с гранитами, они замещаются актинолитовыми породами. Последние развиты не только в ксенолитах среди гранитов, но и по контакту главной массы серпентинитов с гранитами, а также вдоль дайек, внедряющихся в змеевики. При этом актинолитовые породы в свою очередь замещаются хлоритовыми, тальковыми или тальково-карбонатными породами. Габброидные части массива основных пород под влиянием контакта с гранитами превращены в амфиболиты, а пироксениты, развитые в 1,5 км к востоку от с. Мраморского, — в пироксен-гранатовые породы. При этом они приобретают в своем составе везувиан, гранат и эпидот. На протяжении участков, расположенных на простирании гранитовых дайек, залегающих среди серпентинитов, видны сильные процессы замещения, сказывающиеся в развитии хлоритовых и тальковых пород. Местами наблюдаются процессы турмалинизации. Последние обнаруживаются даже в 2 км севернее деревни Косой Брод на расстоянии 2 км от границы массива. Дайки гранитов, аплитов и других пород встречаются также на расстоянии до 2 км от массива. Среди змеевиков имеются ксенолиты кварцитов, хорошо картируемые в районе выходов на Сысертском тракте (рис. 3).

Мраморы выходят и у железной дороги, в районе к северо-востоку от д. Косой Брод, в 2 км от нее. Они же обнаружены в 2 км южнее деревни. Сеть дайк гранитов прорезает амфиболиты, примыкающие здесь к змеевикам с востока.

У р. Чусовой основной массив оканчивается (см. рис 1). Он виден еще несколько юго-западнее, в районе 2 км юго-западнее ст. Сысерть. Здесь развиты амфиболиты; змеевики же только в виде ничтожной полосы сопровождают их с западной стороны. Мраморы также последний раз выступают на их прежнем простирании по железнодорожной ветке на Полевской завод. Во всем этом районе, начиная от мраморных разработок у села Мраморского и кончая окрестностями ст. Сысерть, наблюдается западное падение всех горных пород под углом около 30°. Известняки в выемке железной дороги на Полевской завод падают на запад под углом 77°.



Рис. 3. Схема взаимоотношений гранитов, змеевиков и кварцитов в окрестностях с. Мраморского, черное—основные породы, преимущественно змеевики. К—кварциты; клетчатая штриховка—мраморы; Г—граниты

То же характерно и для амфиболитов, залегающих восточнее железнодорожного моста через р. Чусовую.

Далее к югу граница Сысертского массива идет к юго-востоку до конца массива. Мраморы, соответствующие прослеживаемой полосе, больше не встречаются. В наиболее выдающейся на запад части массива, у железной дороги, выступают гребни мраморов с северо-западным простиранием, в сопровождении змеевиков, прослеживаемые на северо-запад и относящиеся к другой полосе. В этом же месте среди гранитов расположен ксенолит кварцитов. Мраморы в сопровождении змеевиков появляются снова на восточном берегу р. Чусовой в 8 км к северу от с. Полдневского. Они расположены здесь на границе между кварцитами приконтактной области и зеленокаменными породами, являющимися продолжением пород, расположенных северо-западнее. Их падение, наблюдаемое в долине р. Чусовой, как и падение мраморов,—восточное, равно 70°. Мраморы прослеживаются непрерывно к югу на расстоянии 14 км, но дальше они не наблюда-

лись. По своему положению они соответствовали бы западному крылу синклинали. Действительно, кварциты вблизи контакта с гранитами везде обладают западным падением.

В 5 км к юго-западу от с. Полдневского от кварцитов внутрь гранитового массива отходит большой выступ в северо-восточном направлении. Вместе с кварцитами в строении этого выступа участвуют и змеевики. Последние хорошо прослеживаются в непрерывных выходах, образующих высокие холмы. В районе озера Иткуль среди кварцитов наблюдаются четыре полосы змеевиков, которые протягиваются на расстоянии до 16 км (см. рис. 1). Западное падение пластовой отдельности гранитов повсюду равно 30°. Здесь гранитовый массив сильно сужается. Его ширина к северу от озера Иткуль равна 4 км, тогда как на юг от него всего 2 км. На скалах, выступающих среди гранитового массива, видно пологое падение пластовой отдельности, образующей пологие складочки с северо-западным простиранием и падением крыльев 17—20° при горизонтальном залегании в замках складочек. Около осадочной кровли падение гранитовой отдельности неизменно направлено на запад под прилегающие кварциты. Среди гранитов имеются захваченные и отчлененные ими полосы пород кровли. Южный конец Сысертского массива находится в районе озер Семискуль и Арыткуль, окруженных большими болотами.

На юго-восточном берегу озера Иткуль наблюдается смена гранитов кварцитами. Среди последних находится много включений гранитов. Сплошные кварцитовые выходы развиты на южном берегу озера. Среди кварцитов южнее озера Иткуль также много инъекций гранитовых жил, имеющих согласное с кварцитами залегание. Складчатость кварцитов здесь пологая, углы падения их обычно не превышают  $40^\circ$ . Восточный берег озера сложен кварцитами. В них имеются две интрузии серпентинитов, из которых одна узкая, другая широкая и лежит восточнее линии берега. К югу обе они выклиниваются. Падение кварцитов везде остается восточным.

В районе озера Татыш со змеевиками связаны амфиболиты. Полоса кварцитов этого района с подчиненными им серпентинитами продолжается к северу внутрь Сысертского массива.

В районе озера Синары на западном контакте гранитов развиты змевики и продукты их метаморфизма. Среди гранитов находятся отчлененные участки ультраосновных пород, превращенных в актинолитовые породы. Имеются также и ксенолиты амфиболитов. Обращает внимание прорыв гранитов в толщу змеевиков в районе к востоку от озера Татыш, где граниты отчленяют часть массива змеевиков. То же наблюдается и южнее, но там контакт принимает согласный характер. На юго-западном конце озера Синары резко выступает на север антиклиналь, сложенная кварцитами и амфиболитами со змеевиками. Западнее их находится синклиналь, сложенная теми же породами (см. рис. 1).

Весь западный берег озера Синары представлен гранитами, пластовая отдельность которых в многочисленных обнажениях среди массива падает на восток под углом  $30^\circ$ . Южный берег озера Синары сложен инъекционными гнейсами, среди которых количество осадочного и изверженного материала приблизительно одинаково. Инъекции имеют согласный характер. Эта инъекционная серия генетически тесно связана с Сысертским массивом. Она продолжается к югу в Ильменский инъекционный комплекс, а к северу проходит в восточную часть Сысертского массива, где инъекционные гнейсы имеют господствующее развитие. Восточнее, среди пашен все-где выступают бугорки, сложенные кварцитами, среди которых проходит узкая полоска мраморов. Что касается инъекционной серии, то на южном и северном берегах озера Синары наблюдается ряд мелких складок, обнаруживающих по план-параллельной и линейной структуре погружение на север от  $20$  до  $30^\circ$  [4]. Если восточная граница инъекционной серии на юге района не могла быть с точностью прослежена, то севернее села Щербаковка она хорошо выделяется. Здесь вдоль Челябинского тракта развиты кварцитовые толщи, к западу от которых располагается мощная полоса амфиболитов со связанными с ней к западу от озера Щелкунского серпентинитами. В них встречаются внедрения гранитов. К западу от с. Никольского и Щелкун среди инъекционных гнейсов имеются большие подосы гранитов, согласные по простиранию с гнейсами. Полоса основных пород протягивается к северу на расстояние  $30$  км и выклинивается только в  $3$  км к юго-востоку от города Сысерть.

#### ВЫВОДЫ

1. Гранитовый массив обладает согласным залеганием с породами его обрамления. Прорывы кровли имеют только местное значение, но тем не менее они довольно часты и наблюдаются в районе с. Мраморского и в районе к западу от озера Синары. Несогласие в залегании приводит часто к тому, что граниты входят в контакт с различными членами серии боковых пород. Эти породы встречаются в виде ксенолитов среди гранитов,

что было бы трудно представить при условии вполне согласного залегания.

2. Внедрение гранитов происходило при тектонических процессах, смявших все породы кровли гранитов в крупную антиклинальную структуру, которая погружается на север в районе Пермской железной дороги, западнее Талькового рудника. На юге массив прекращается, разветвляясь на две главные ветви, одна из которых оканчивается южнее озера Иткуль, другая — у озера Синары.

3. Гнейсы инъекционной зоны расположены на востоке массива. Инъекции подвергаются как кварциты, так и плагиоклазовые гнейсы. Последние находятся в основании стратиграфического разреза всей серии, причем в зоне инъекционных гнейсов они связаны постепенными переходами с кварцитами и пластуются согласно с ними и с амфиболитами. Первоначально более глинистые породы и филлиты перешли при перекристаллизации в слюдяно-гранатовые гнейсы.

4. От обрамления гранитового массива в его недра вдаются полосы боковых пород, судьба которых будет прослежена в дальнейшем изложении. Эти выступы кровли не вполне расчленяют массив на части.

### СТРУКТУРА ВНУТРЕННИХ ЧАСТЕЙ МАССИВА

Для понимания структуры массива в целом необходимо рассмотреть его внутреннее строение. Для этого обратимся к отдельным его частям, наиболее интересным в этом отношении. Северная часть массива, по мнению Б. М. Романова, может быть намечена в районе от села Мраморского до города Сысерть. В 6 км к западу от города наблюдаются первые признаки расчленения пород кровли и внедрения в нее гранитов из внутренних частей массива.

Как это видно на рис. 2, к северу от тракта из г. Сысерть в с. Мраморское гранит внедряется согласно с простиранием сланцев несколькими языками. Наиболее значительный язык кровли вдается в массив вдоль этого тракта на расстояние до 6 км, постепенно утончаясь. В нем принимает участие весь комплекс горных пород кровли. При этом породы сильно метаморфизованы. Падение в этом комплексе пород северо-восточное под углом  $40^\circ$ . На продолжении комплекса по простиранию на гребнях гранитовых горок наблюдается широтное простирание отдельности гранитов с пологим падением на север под углом  $5-10^\circ$ . Еще западнее падение пластовой отдельности гранитов равно на северо-западе  $20^\circ$ . Поворот простирания к юго-западу выражен ясно. Однако к югу от тракта простирание отдельности другое. Интересно наличие в гранитах больших ксенолитов хризотиловых серпентинитов и актинолитовых пород к югу от тракта. Два из них, расположенные вблизи тракта, имеют северо-западное простирание, тогда как третий большой ксенолит обладает ясно выраженным юго-западным простиранием и слегка изогнут, являясь выпуклым к северо-западу.

Более значительный язык кровли вдается в массив южнее тракта, вдоль дороги на Черновские угольные печи. В его составе также участвуют все породы кровли, но главную роль играют кварциты. Этот язык начинается непосредственно к западу от города Сысерть и обнаруживается в широтном простирании кварцитов. Их падение здесь круче, чем в ранее рассмотренном случае. Оно направлено также на север, но угол его равен  $45-70^\circ$ . Две полосы мрамора вскрыты выработками недалеко от дороги. Крупные холмы змеевиков выступают близ Черновских печей, где сплошное развитие кварцитов прекращается. Тем не менее они прослежены до Терсудского болота, за которым их уже нет. Этот язык кровли, простираясь

сначала на запад, потом постепенно изгибается к югу. От него в самом начале отщепляется гранитами еще один язык. Эта полоска обнаруживает изгиб к югу раньше предыдущей (см. рис. 2).

К югу от ранее отмеченного наблюдается новое отчленение кварцитов, вдающихся в гранит в широтном направлении с падением пород на юг под углом  $42^\circ$ . Продолжением этой полоски пород можно считать кварциты на восточном краю Дубасихинского болота, у речки Северной Сысерти. На продолжении всех трех последних заливов кровли между Терсудским и Дубасихинским болотами находится множество больших и малых ксенолитов ультраосновных пород, превращенных в оливиновые, оливин-бронзитовые, энстатитовые и актинолитовые породы. Среди них установлено также наличие небольшого количества кварцитов. Эти ксенолиты разнообразно повернуты и сильно метаморфизованы.

На схематической карте массива видно, как намечается некоторое обособление северной его части. Вмещающие породы здесь все же прорваны, но выступ змеевиков у с. Мраморского и выступ кварцитов с востока массива направлены друг к другу. Эта часть массива, если рассматривать ее обособленно, имеет широтное простирание с пологим падением на север, что согласуется и с широтным простиранием пластовой отдельности гранитов.

Следующим крупным языком кровли является выступ ее, проходящий через Верхне-Сысертский пруд (см. рис. 1 и 3). В районе несколько западнее пруда эта полоса расщепляется инъекциями гранитов, причем также наблюдается поворот к юго-западу, навстречу такой же полосе, идущей с юга в северо-восточном направлении к Верхне-Сысертскому пруду. Хотя обе эти полосы и не соединяются, но многочисленные расчлененные гранитами ксенолиты кварцитов и ультраосновных пород связывают их в перемычку, часто прорванную гранитами. Таким образом, и здесь также нет полного расчленения массива.

В южной части Верхне-Сысертского пруда горные породы кровли обладают также широтным простиранием и пронизаны инъекциями гранитов. Эти инъекции переходят в сплошные массы гранита, развитые юго-западнее пруда (см. рис. 3). Они отчленяют сланцы Верхне-Сысертского пруда от сланцев, расположенных в районе южнее Глубочинского болота, на Березовом увале. Полоса кровли, отходящая от южной части Верхне-Сысертского пруда, направляется на юг к выступу кровли, который разделяет массив на две части в районе озера Иткуль. Эта перемычка пород в массиве также не сплошная, а прервана гранитами в средней и северной частях и разобщена на отдельные ксенолиты и полосы. Гранитовая полоса подножья Березового, Градобойного и других увалов отделяет восточную часть массива, сложенную инъекционными гнейсами, переходящими на юге в Ильменский геологический комплекс. Эта часть массива соединяется с главной узкими каналами гранитов между разрозненными полосами пород кровли (см. рис. 1).

Если соединить одною линией все части описанных пород кровли, обладающие широтным простиранием, получится линия, идущая от крайнего северного пункта массива на самую северную точку Мраморского тракта и далее, на район Верхне-Сысертского пруда, и отсюда на вершины Березового и других увалов восточной части Сысертской дачи. Все полосы кровли, отходящие из района г. Сысерти и Верхне-Сысертского поселка, расщепляются гранитовыми массами, инъецируются и изолируются на участки, расположение которых отражает первоначальные структурные отношения.

Материалы, которыми сложены вдающиеся в массив части кровли, представляют те же комплексы горных пород, которые слагают и обрамление

массива. Поэтому естественно было бы ожидать, что отдельные части массива образуют внедрения в какие-то складчатые структуры.

На северной части массива породы гранитовой кровли образуют широтную синклиналь, южное крыло которой падает на север под углом около  $50^\circ$ . К западу от Травяного болота падение отдельностей горизонтально, но дальнейшего перегиба падения нет. Все отдельные части кровли, захваченные гранитами в районе Мраморского тракта, и отдельности гранитов наклонены на северо-восток и север под углом от  $40^\circ$  до  $5-10^\circ$ . Падение кварцитов и мраморов в следующей к югу полосе кровли также северное, но равно  $70^\circ$ , а минимальное— $45^\circ$ . На северном берегу Верхне-Сысертского пруда кварциты на Вагановой горе падают на юг под углом  $60-80^\circ$ , но наряду с вертикальным залеганием встречаются и крутые северные углы падения до  $60^\circ$ . Таким образом, намечается антиклиналь, расположенная западнее Карандашного увала, в ядре которой находятся граниты. Крутое южное падение наблюдается также и на южном берегу Верхне-Сысертского пруда.

Подводя итоги этому разрезу, можно отметить, что после моноклиналильного падения всех пород, наблюдаемого между северным концом массива и г. Сысертью, в районе между Сысертским и Верхне-Сысертским прудами наблюдается падение в противоположные стороны, намечающее наличие антиклинали. В ее ядре выступают граниты, причем на запад антиклиналь открыта, и граниты соединяются с остальной частью массива. О том, что здесь действительно имеется складка, свидетельствует характер развития пород в пространстве, окружающем граниты. У Верхне-Сысертского поселка среди кварцитов залегает полоса амфиболитов, которая изгибается в северо-восточном, потом северном и северо-западном направлении, огибая граниты ядра антиклинали. В другом крыле складки аналогичная полоса образует дугообразный изгиб в противоположном направлении. Всю сильно сдавленную часть полосы осадочных пород в районе Верхне-Сысертского поселка можно принять за синклиналь круто поставленных пород.

#### ПРОФИЛЬ ЧЕРЕЗ БЕРЕЗОВЫЙ УВАЛ

К югу от Глубочинского болота поднимается большой Березовый увал, сложенный иньекционными гнейсами с полосками кварцитов и плагиоклазовых гнейсов. В северной части, на подъеме увала, хорошо наблюдается его антиклинальное строение. Территория Глубочинского болота с обеих сторон ограничена гранитами. Они залегают согласно с породами кровли и, окаймляя увал с севера, переходят на восточную его сторону, в район о. Багаряк. При проведении съемки в направлении с запада на Березовый увал, у дороги на озеро Иткуль в выступающих скалах актинолитовых сланцев наблюдалось их падение на восток под углом  $50^\circ$ . На восточном берегу Глубочинского болота иньекционные гнейсы падают на восток под углом  $40^\circ$ . В полукилометре восточнее они падают на восток под углом  $35^\circ$ , потом  $30^\circ$ . Затем в них следует широкая иньекция гранитов, а за ними в ряде скалистых выходов видно западное падение при простирании на северо-восток. Постепенно простирание переходит в широтное при падении на север  $15-20^\circ$  и далее, столь же постепенно, делается северо-западным с падением на северо-восток от  $20$  до  $60^\circ$ . Все породы, слагающие увал, описывают дугу, замыкая антиклиналь (см. рис. 1, 2). Эта дуга видна у большого Казачьего болота, где прослежены полоски кварцитов, образующих мелкие второстепенные складки. Район горы Абросовки характеризуется падением пород на восток под углом  $40-20^\circ$ . Здесь наблюдается несогласное залегание

гнейсов и вышележащих пород, представленных амфиболитами. Гнейсы занимают большие площади на востоке, оттесняя боковые породы. Граниты моложе всей этой серии пород, так как они образуют инъекции в гнейсы и внедряются также и в амфиболиты, что наблюдается к западу от озера Щелкунское.

### СИНКЛИНАЛЬ СЛАНЦЕВ ОЗЕРА ИТКУЛЬ

На север от озера Иткуль в гранитовый массив вдается большая полоса пород кровли. В ее состав входят кварциты, змеевики, а к северу на 3 км от озера встречаются и мраморы (см. рис. 1). Змеевики среди кварцитов состоят из антигорита. К северу эта полоса постепенно сужается. В районе озера Сысертское в ней развит большой змеевиковый массив. В южной части он сложен антигоритом, севернее у него появляются каймы хлоритовых и актинолитовых пород. Вместе с утончением кварцитовой части полосы, изолирующей змеевики от гранитов, каймы актинолитовых пород становятся шире, и на широте Сысертского озера антигоритовые змеевики пропадают, переходя в актинолитовые и другие породы. Севернее озера массив начинает расчленяться гранитами, и вся толща кварцитов и ультраосновных пород превращается в ряд полос среди гранитов. Часто встречаются оливиновые, бронзитовые и энстатитовые породы, нередко лучистого строения, иногда асбестированные. Эта полоса пород имеет на всем протяжении моноклинальное падение на восток под углом 50°. Она прослеживается до вышеописанной сильно сжатой синклинали Верхне-Сысертского пруда.

Такая же судьба постигает и полосу кровли, вдающуюся в массив из района к югу от с. Полдневского (см. рис. 1). Она быстро расчленяется и превращается в полосу инъекционных пород. Последние приводят к району Верхне-Сысертского пруда, к полосе пород кровли, вдающейся в массив севернее пруда.

Структура гранитов, расположенных между полосками кровли, хорошо наблюдается по многочисленным замерам залегания, например, в районе, лежащем к востоку от села Полдневского. Здесь наблюдается второстепенная складчатость с падением крыльев на восток и на запад под углами от 25 до 50°. В районе к северу от озера Иткуль по расположению полосок кварцитов, образующих включения, направленные под различными азимутами, можно предполагать наличие куполовидного поднятия, на вершине которого наблюдается горизонтальное залегание отдельности. Об антиклинальном характере залегания гранитов юго-западнее озера Иткуль было сказано выше.

### СТРУКТУРА МАССИВА В ЦЕЛОМ

Рассматривая структуру массива в целом, можно отметить, что его антиклинорий состоит из трех главных вторичных антиклиналей. Простирание всего антиклинория проходит от озера Синары через увалы восточной части района, сложенные инъекционными гнейсами, до Верхне-Сысертского пруда. Отсюда его замковая часть следует к северо-западу, постепенно смещаясь к железной дороге. Вторичные антиклинали следуют несколько в ином направлении. Одна из них проходит из района с. Полдневского до северного конца массива. Другая сначала идет в северо-западном направлении вдоль западной части озера Иткуль. Потом она поворачивает, плавно изгибаясь к северо-востоку, в районе Верхне-

Сысертского пруда, где и затухает, принимая к северу от пруда широтное простирание. Третья антиклиналь является главной и приурочена к гнейсовой области восточной части района.

Синклинали, расположенная восточнее озера Иткуль, включает и прилегающую с востока часть гранитов. Это видно на юге, в районе, лежащем к юго-западу от озера Синары. На севере это было показано для местности западнее Березового увала. Описываемая синклинали шаг за шагом прослеживается до Верхне-Сысертского пруда, где она входит в сильно сжатую синклинали сланцев, образующую берега пруда. Эта синклинали вместе с гранитами огибает Березовый увал с севера, переходя на его восточный склон. Она сама испытала антиклинальный изгиб в общей структуре массива. Все это свидетельствует о том, что антиклинорий пережил, повидимому, не одну стадию дислокаций. Его образование сопровождалось сильным растяжением вмещающих пород, причем последние все сходятся как бы в фокусе в районе Сысерти. Южные части складок сильно отогнуты к западу. Это растяжение обусловлено расщеплением пород и инъекцией их гранитами. Кроме макроинъекций, образующих крупные полосы среди кварцитов и гнейсов, на восточной части района встречаются мелкие послойные инъекции гранитов в кварциты и в плагиоклазовые гнейсы. Среди гранитов встречаются иногда микроскопически мелкие оставшиеся в граните линзочки кварцитов, размер которых достигает 3 мм. Эти случаи, однако, редки. Все же они позволяют говорить о тонком проникновении гранитов, вплоть до явлений гранитизации осадочных пород. Эти микроявления не играют большой роли в строении массива. Характерно проявляется активная роль гранитов, образующих внедрения в виде как мелких даек, так и крупных масс.



Рис. 4. Схема даек гранитов в месте переклиналильного окончания антиклинали; пунктир—простирающие породы, черное—дайки гранитов

Обычно внедрение гранитов в массиве происходило согласно или по контактам различных вмещающих горных пород. Особый интерес представляет район Верхне-Сысертского пруда, где мы встречаемся с иными формами внедрения. Здесь в сильно сдавленные слои с широтным простиранием внедрилось огромное количество даек гранитов с меридиональным и диагональным простиранием. Они подчеркивают особое значение этого района, являющегося в тектоническом отношении замком круто погружающейся на север антиклинальной структуры. При этом породы характеризуются вертикальным залеганием и сильным сжатием. Вследствие этого они были мало доступны процессам внедрения, а прорваны по поперечным и диагональным трещинам разрыва (рис. 4). Залегание этих даек близко к вертикальному. Внедрений, согласных с залеганием, здесь очень мало.

В качестве особого тектонического элемента следует отметить пояс кварцевых жил, расположенный в 6 км северо-восточнее с. Полдневского. Он тянется на расстоянии до 3 км при ширине пояса около 200 м. Мощность отдельных жил не велика, но количество их столь велико, что по внешнему впечатлению кажется, что они сплошь слагают эту местность.

Их присутствие свидетельствует о наличии раскола в антиклинальной части западного гранитового участка.

Подводя итоги всему сказанному, следует отметить своеобразную черту тектоники массива, которая свидетельствует о двух фазах складчатых процессов, создавших массив. Первая фаза привела к появлению антиклиналей и синклиналей в породах кровли массива до его внедрения. В это время строение складок было таким, как если бы мы сложили разрозненные гранитами части вмещающих пород. Крупные полосы осадочных пород, будучи сложены с мелкими, образовали бы сплошную область, сложенную кварцитами с интрузиями основных пород и с прослоями мраморов. При этом район сократился бы по площади почти вдвое. При внедрении гранитов в эту складчатую зону последняя получила сильные усложнения структуры. Растягивающие усилия внедрившейся магмы привели к расчленению полосок кварцитов и других пород. Складки, созданные в первую стадию, подверглись сильному воздыманию вследствие возникновения главной антиклинали, проходящей через восточную часть района. Внедрение гранитов происходило снизу, строение складок в общем симметрично. На востоке расположена область инъекций, где проникновение гранитов шло по тонким межпластовым ходам, путем просачивания и внедрения расплава и гранитизирующих растворов. В западной части количество внедрившейся магмы было более значительным. Она интродировала, расщепляя породы кровли на слои и в средней части складок на ксенолиты. Отдельные резервуары магмы соединились в единый массив гранитов. Характер этих внедрений описан выше на ряде примеров. Количество их могло бы быть умножено.

Первое, что наблюдается при этом процессе, это — внедрение в антиклинальные складки и в места контактов разнородных пород. После расчленения по слоям, при более сильной инъекции, следует расщепление всех слоев на линейные ксенолиты и полосы, погруженные в массу гранитов. При этом не могли не осуществиться все те явления, которые характерны для инъекционных областей. Здесь видны и инъекции, сопровождаемые глубокой переработкой инъецируемых пород. Иногда в гранитах встречаются видимые под микроскопом участки кварцитов, что указывает на явления метасоматизма и проникновения магматических материалов в кварциты. Плаггиоклазовые гнейсы восточной части района часто принимают гранито-гнейсовый облик. Только реликты их псаммитовой структуры и тесная связь с кварцитами и переходов к ним позволили выяснить их природу. Наличие пегматитов, соответствующих составу пород, в которых они залегают, заставило нас считать их гибридными и происшедшими при переработке горячими растворами вмещающих пород. Ясно бросается в глаза, что большая часть пегматитов среди биотитовых гранитов содержит биотит и другие минералы, свойственные гранитам. Среди мусковитовых гранитов развиты мусковитовые пегматиты. Пегматиты, залегающие среди плаггиоклазовых гнейсов, кроме кварца, содержат плаггиоклаз того же состава, как и в самих гнейсах. Но совершенно разительным примером гибридного происхождения пегматитов является ряд жил, встреченных в районе к северу от озера Окункуль. Они залегают в слюдяных кианитовых кварцитах. Состав жил, залегающих по простиранию этих пород, характеризуется тонкими зальбандами аплитового характера, ширина которых не более 10 см. Внутренняя часть жил, мощностью около 0,5 м, состоит из грубозернистых (5—10 см) проращений мусковита, кварца и кианита.

Все эти процессы соответствуют глубоким зонам, выдвинутым в антиклинории массива, и указывают на древность вмещающих пород. Ранее

нами было произведено сравнение этих пород с комплексом Центрального Урала. Этот последний комплекс также выступает в большом антиклинории, отделенном от Сысертского на юге небольшой толщей зелено-каменной полосы. Если породы, вмещающие граниты, являются древними, то этого нельзя сказать о самих гранитах. Их возраст, возможно, варисский.

Согласно наблюдениям, все явления метаморфизма и метасоматизма вызваны в районе гранитами. Они же являются и источником метаморфизующих растворов. Гранитам приходится отвести большую роль в создании всех наблюдаемых явлений, и вряд ли возможно счесть их за результаты этих явлений, подобно тому, как Ниггли показал это для Финляндии и для Альп. Что было на глубине, как совершалось формирование магмы Сысертских гранитов, из фактических материалов не видно. Интересно отметить, что везде явления, аналогичные нашим, наблюдаются в комплексах пород, аналогичных Сысертскому району, причем везде развиты также и плагиоклазовые гнейсы.

Поступила в редакцию  
1.7.1950 г.

Кафедра  
петрографии

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Е. А. Бюлл. Моск. общ. исп. природы, отд. геологии, № 11, № 2, 1933.
  2. Кузнецов Е. А. и Зиновкин А. Д. Бюлл. Моск. общ. исп. природы, отд. геологии, 1940.
  3. Кузнецов Е. А. Тектоника Среднего Урала. Изд. АН СССР, 1941.
  4. Клер М. О. Зап. Уральск. общ. любит. естествознания, 36, 1913.
-