Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени Горного института, том XXII, 1948

К вопросу об установлении в складчатых областях интрузий, предшествовавших складчатости

Доц. Г И. Сократов

Проблема разделения интрузии в складчатых областях по их отношению к складчатости является одной из наиболее сложных в геологии. Ответить на вопрос о времени внедрения интрузии — до, во время или после складчатости обычно бывает затруднительно.

Особые трудности представляет выделение в складчатых областях интрузий, которые внедрились во вмещающие их породы до складчатости и, в результате наложения последней, даже при установлении их относительно более древнего возраста по сравнению со следующими интрузиями, могут быть приняты за более ранние проявления, непосредственно связанные с этой же складчатостью.

Исключительной особенностью интрузий, формирование которых происходит до складчатости, является то, что, размещаясь в спокойно залегающих слоистых отложениях, они образуют характерные формы согласных интрузивных залежей, силлов (sills), которые практически выступают в слоистой структуре как интрузивные пласты, со всеми вытекающими отсюда последствиями. Именно это обстоятельство дает нам реальную возможность опознания в складчатой структуре подобных интрузий. Если интрузии, внедряющиеся во время и после складчатости, также могут давать интрузивные тела, согласные с вмещающими слоями (пластовые жилы и залежи и т. п.), то, несомненно, это внедрение в уже складчатые слои будет иметь отличительные черты от внедрения в спокойно залегающие слои, с распространением магмы в горизонтальном направлении на значительные площади параллельно наслоению.

В полевой геологической практике нам пришлось иметь дело с примерами, которые дают основание полагать, что силловые интрузии как образования, имевшие место до складчатости, пользуются гораздо более широким распространением в складчатых областях, чем это явствует из общепринятых представлений.

При геологической съемке в 1932—1936 гг. в районе Южной Калбы (Восточный Казахстан), нам встречались многочисленные выходы интрузий средне- и крупнозернистых габбро-диабазов. По составу они однообразны и расположены в различных частях разреза нижне-каменноугольных отложений (турне и визе), давая весьма слабые интрузивные контакты у обеих своих поверхностей. Отмечена была их приуроченность к свитам определенного состава: преобладания глинистых сланцев с прослоями известняков. Более того, наблюдалось тяготение габбро-диабазовых тел к пластам известняка. Всюду, где наблюдениям благоприятствовала обнаженность, устанавливалось, что габбро-диабазы проявляли пластовый характер в своем залегании, давая согласные с вмещающими породами интрузивные залежи, мощность которых вариировала в пределах единиц метров. Соответствие интрузивных залежей структуре вмещающих пород сохранялось и при изгибах последних в складки. Особенно эффектно это проявилось на одном из детально закартированных участков, где соотношения были прослежены в условиях почти непрерывной обнаженности. На рис. 1, представляющем собой геологическую карту этого участка, отчетливо вырисовывается полное соответствие пластовой интрузии габбро-диабаза складчатой структуре вмещающих пород. Соответствие это тем более убедительно, что прослеженный на протяжении около 10 км интрузивный пласт габбро-диабаза граничит непосредственно с одним и тем же пластом известняка, покрывая его. Выход габбро-диабаза и извест-

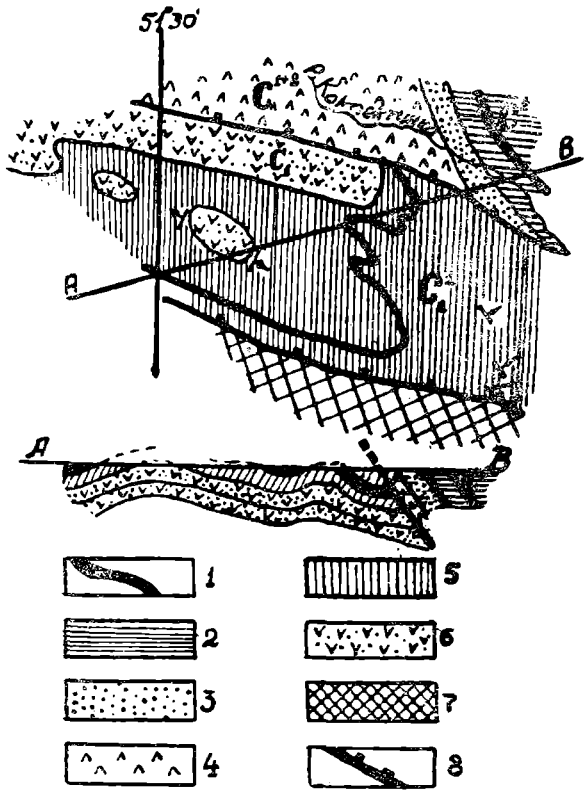


Рис. 1. Геологическая карта одного из участков Южной Калбы, показывающая связь пластовой интрузии габбро-диабаза со структурой вмещающих пород:

1 — интрузивный пласт габбро-диабаза; *2—7* — нижнекаменноугольные отложения; *2* — глинистые сланцы, известняки; *3* — порфиритовые туфы, известняки; *4* — порфириты; *5* — глинистые сланцы, песчаники, известняки; *6* — порфириты и их туфы; *7* — тонкозернистые песчаники, известняки; *8* — надвиги

няка в полном согласии очерчивает крупную антиклинальную складку, погружающуюся на юго-восток в соответствии с общей структурой района. Как показывает карта, благодаря синклинальному прогибу центральной части, эта антиклинальная складка первого порядка для данного района осложнена двумя антиклинальными и одной синкли-

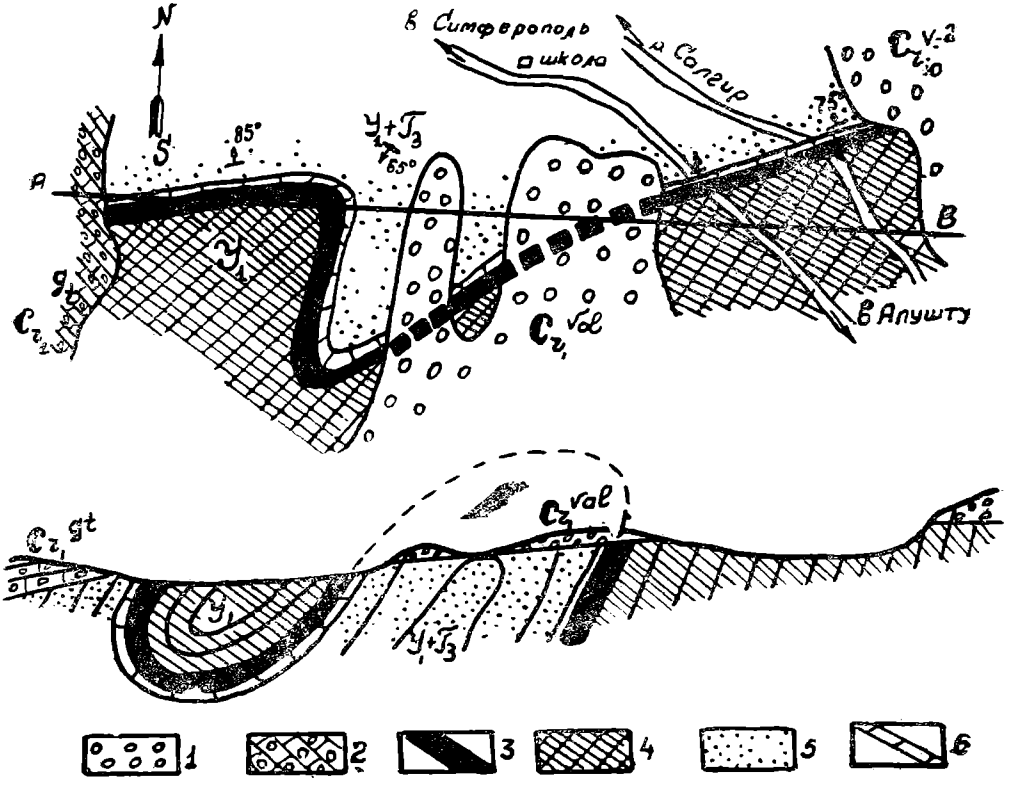


Рис. 2. Схематическая геологическая карта участка к юго-востоку от г. Симферополя, показывающая связь интрузивного пласта диабаза со структурой вмещающих пород:

1 — валанжинские базальные конгломераты; *2* — готерив-барремские базальные известняки с валунами подлежащих пород; *3* — интрузивный пласт диабаза; *4* *6* — Таврическая свита; *4* — мелкозернистые песчанки и глинистые сланцы нижней юры; *5* — глинистые сланцы, песчаники и конгломераты нижней юры и верхнего триаса; *6* — пласт нижнеюрского известняка;

нальной складками второго порядка, которые, в свою очередь, осложнены складками третьего порядка. Интрузивный пласт габбро-диабаза послушно следует всем этим складчатым формам. Непосредственно на обнажениях наблюдались еще более мелкие складки, а также небольшие разрывы со смещениями отдельных частей интрузии, но в масштабе карты они не могли быть отражены.

Рассмотренный пример убедительно свидетельствует о том, что пластовая интрузия габбро-диабаза участвовала в образовании складчатой структуры так же, как граничащий с ней пласт известняка, а следовательно, внедрена была в горизонтальные слои вмещающих пород и вместе с ними подвергалась складчатости. Внедрение интрузий в уже готовую складчатую структуру таких сложных складчатых форм интрузивных пластов дать не могло бы. Исходя из однородности состава данного интрузивного пласта габбро-диабаза с другими габбро-диабазовыми интрузиями, распространенными в этом районе в сланцевых свитах с аналогичными же соотношениями с вмещающими породами (например в северо-восточном углу, рис. 1), хотя и менее четкими из-за условий худшей обнаженности, следует считать все их одним и тем же проявлением интрузий силлового типа, возможно, несколько растянутым во времени.

Реализуется эта форма интрузий в условиях спокойного залегания слоистых пород, до их структурного изменения последующей складчатостью, которая таким образом накладывается на эти силловые интрузии.

Сходные соотношения встретились нам в 1946 г. в Крыму. В окрестностях гор. Симферополя, к юго-востоку от него, нами были изучены широко распространенные там диабазовые интрузии с точки зрения их взаимоотношений с вмещающими породами. Полученные результаты дали картину, аналогичную рассмотреннной выше. Особенно благоприятный для наблюдений (по условиям обнаженности) участок был детально закартирован. Как видно из геологической карты, приводимой на рис. 2, на закартированном участке развита так называемая таврическая свита, которая в Крыму не расчленяется и включает в себя фаунистически доказанные верхний триас и нижнюю юру. Интенсивно складчатая таврическая свита с резким угловым стратиграфическим несогласием перекрывается в западной части почти горизонтальными базальными готерив-барремскими известняками с галькой подлежащих пород, а в центральной и восточной — такого же залегания конгломератами, относимыми к валанжину. Полого наклонные (5—10°) меловые отложения занимают наиболее высокие части водораздельных гряд, где они сохранились от размыва. Внутри таврической свиты нами был прослежен пласт известняка, переполненный нижнелейасовой фауной, который позволил расчленить на данном участке таврическую свиту на две подсвиты. Стратиграфически выше известняка имеем нижнеюрские отложения, существенно песчано-глинистого состава, а ниже известняка — толщу глинистых сланцев с тонкими прослоями плотных песчаников, которая вместе с подсвитой, расположенной выше известняка, дает типичное литологическое выражение обычной таврической свиты и в верхней своей части является нижнеюрской, тогда как внизу переходит в верхнетриасовую и поэтому обозначается смешанным индексом.

На площади распространения верхней подсвиты имеются выходы нескольких интрузивных залежей диабаза, которые, при средней мощности их, не превышающей единиц метров, вытягиваются и изгибаются в соответствии с простиранием вмещающих сланцев. Однообразие состава как диабазов, так и вмещающих их глинистых сланцев, при

условии недостаточной обнаженности, не дает возможности проследить на площади все интрузивные залежи. Но одна из них, по общему своему характеру и составу совершенно не отличимая от остальных, оказалась в идеальных для этого условиях благодаря своему положению в непосредственном контакте с маркирующим горизонтом нижнеюрского известняка. На всем своем протяжении этот пласт известняка подстилается чрезвычайно характерным, не имеющим себе аналогов, пластом кварцевого песчаника и перекрывается интрузивным пластом диабаза, который производит по отношению к известняку в общем незначительный контактовый эффект. Общая мощность этого тройственного маркирующего горизонта составляет около 10 м при равенстве в среднем мощностей каждого из трех ингредиентов.

Весь этот комплекс, появляясь в западной части участка из-под готерив-барремского известняка, оконтуривает крупную синклинальную, а затем антиклинальную складку, которые погружаются на юго-запад, проходит в центре под валанжинскими конгломератами и скрывается под ними в восточной части участка. В обнажениях приходилось наблюдать более мелкие складки этого комплекса и мелкие разрывы в них.

Все указанные соотношения наблюдаются в достаточном количестве обнажений, на большей части своего протяжения устанавливаются в условиях сплошной обнаженности и поэтому дают совершенно ясную картину.

Как и в казахстанском примере, мы имеем полное соответствие интрузивной залежи со сложной структурой вмещающих пород, которое можно объяснить только лишь общим участием в складчатости до этого строго параллельных пластов, включая и интрузивный, что могло получиться только при внедрении последнего в горизонтальные пласты вмещающих пород.

Наличие интрузивных залежей в различных частях разреза осадочных пород свидетельствует о многоэтажном расположении данных силлов. Обращает внимание приуроченность силлов к тем частям разреза, которые существенно сложены глинистыми образованиями, повидимому определяющими благоприятные условия для локализации приходящей снизу основной магмы, характерной своей жидкостностью. Любопытно в этом плане отмеченное выше тяготение силловых интрузий к контакту с известняками. Очевидно, это следует связывать с тем, что известняки и в условиях спокойного залегания, вследствие явлений растворения и перекристализации, становятся твердыми породами, создавая собою те поверхности, вдоль которых, придя в соприкосновение с ними, растекается поднимающаяся жидкостная основная магма. Отмеченные выше синклинальная и антиклинальная складки таврической свиты представляют собой складчатые структуры второго порядка для рассматриваемого участка. Они опрокинуты на юго-восток и располагаются на юго-западном крыле антиклинали более высокого порядка, которое в целом также опрокинуто на юго-восток, вследствие чего, почти на всем протяжении рассматриваемого тройственного маркирующего горизонта, соотношения в обнажениях являются стратиграфически ненормальными, когда стратиграфически более высокий известняк оказывается под более древним песчаником.

В описаниях интрузивов Крыма в литературе широко распространено представление о связи их с фазами складчатости и совершенно нет указаний на силлловый характер хотя бы части их. В свете изложенных нами данных, этот вопрос требует пересмотра и в первую очередь для диабазовых интрузий, имеющих значительное распространение в Крыму. Следует указать на необходимость достаточной осторожности в попытках увязки тех или иных интрузий в Крыму с определенными фазами складчатости. Не случайно мы имеем там исключительную бедность в отношении различных жильных образований и ору-

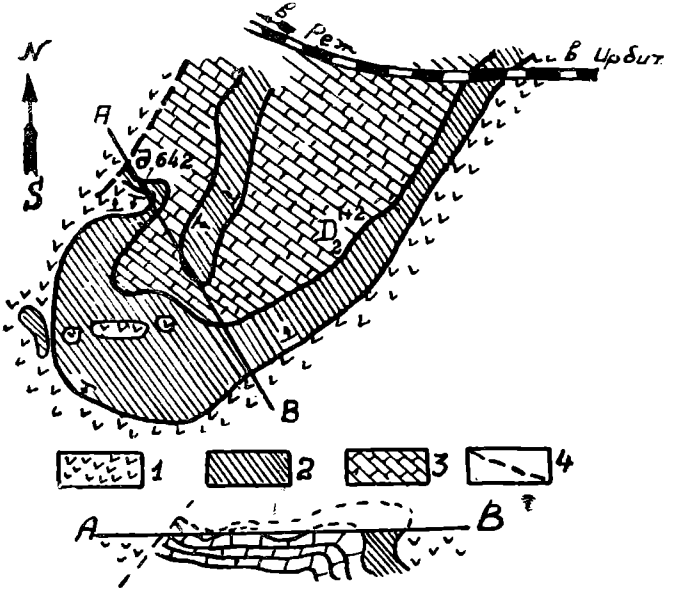


Рис. 3. Схематическая геологическая карта Покровского участка к юго-западу от г. Реж, показывающая связь серпентинитового тела со структурой вмещающих пород:
1 — серпентиниты; *2* — туфосланцы среднего девона; *3* — известняки среднего девона; *4* — тектонический контакт

денения, которые обычно характерны для интрузий, связанных со складчатостью, и столь невыразительны в данном случае. Особенный интерес в этом отношении представляют крымские лакколиты.

Более сложный случай проявления силловых интрузий, представленных ультраосновными породами, встретился в 1942 г. на Восточном Урале, в окрестностях г. Реж, в восточной полосе уральских серпентинитов, где нам пришлось вести детальную (масштаб 1 10 000 и крупнее) съемку контакта серпентинитов с вмещающими их слоистыми породами.

Наблюдения здесь, в связи с плохой обнаженностью, производились главным образом на основе густой сети дудок и буровых скважин, которые в большом количестве имелись вдоль всего контакта, показанного на рис. 3 и 4. В наиболее интересных для рассматривае-

мого вопроса участках расстояние между отдельными выработками составляло всего лишь 10—20, реже 40 м.

На рис. 3, который охватывает Покровский участок, мы имеем крупную антиклинальную складку с погружением на юг и юго-запад. В ядре складки выступают известняки и туфосланцы среднего девона, которые в крыльях и по погружению обтекаются полем сплошного развития серпентинитов. Серпентиниты представляют собой интрузию, размещенную в туфосланцах, согласно с залеганием последних. В пределы нашего исследования вошла нижняя поверхность серпентинитового тела, которая и давала контакт серпентинитов с вмещающими породами, подлежавший нашему изучению.

Исследования показали, что в пределах площади, представленной на рис. 3, на всем своем протяжении, за исключением части северо-западного крыла общей антиклинальной структуры, севернее дудки 642, где соотношения оказались тектоническими, поверхность серпентинитов повторяет складчатую структуру вмещающих пород. Если двигаться к югу от дудки 642, то вблизи мы имеем на северо-западном крыле общей антиклинали небольшую синклинальную структуру с ядром из серпентинитов, граница которых, в соответствии со структурой вмещающих пород, образует языкоподобную форму. Как показали многочисленные дудки, а также скважины, серпентиниты в этом «языке» всюду подстилаются туфосланцами, под которыми залегают известняки. Дальше к юго-западу поверхность серпентинитов опять принимает положение, соответствующее общей антиклинальной структуре, выполаживаясь в своем залегании на юго-западном погружении ее шарнирной части и переходя затем в ее юго-восточное крыло. Это крыло является опрокинутым на юго-восток, и слоистые породы имеют падение северо-западное вместо юго-восточного. Соответственно, как это показали дудки и скважины, наклоняется и поверхность серпентинитового тела, приобретая, как и вмещающие породы, ненормальное опрокинутое падение на северо-запад, которое затем и сохраняется.

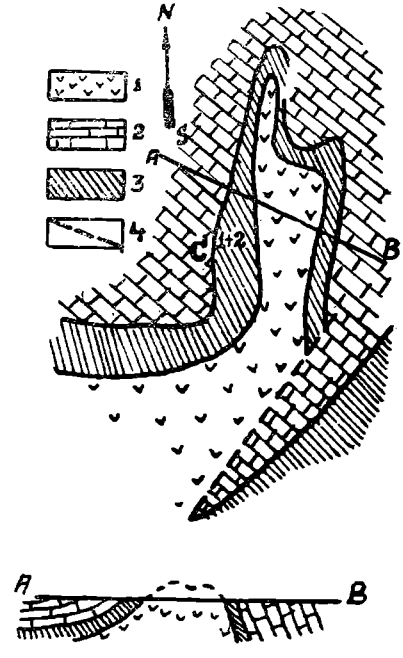


Рис. 4. Схематическая геологическая карта Северокапорулинского участка к северовостоку от г. Реж, показывающая связь серпентинитового тела со структурой вмещающих пород:
1 — серпентиниты; *2* — известняки нижнего карбона; *3* — туфосланцы нижнего карбона; *4* — тектонический контакт

На рис. 4, показывающем строение северо-западного угла Капорулинского участка, расположенного в 3 км к северо-западу от только что рассмотренного, мы имеем сходные соотношения серпентинитов

с вмещающими породами. Здесь серпентинитовое тело слагает ядро антиклинальной складки, размещаясь в туфосланцах, перекрываемых нижнекаменноугольными известняками. Антиклинальная складка погружается на север и осложнена одной синклиналью и двумя антиклиналями второго порядка.

Как и в предшествующем примере, конфигурация границы серпентинитового тела полностью соответствует структуре вмещающих пород, послушно отражая и второстепенные изгибы складчатой структуры.

Многочисленные случаи соответствия поверхности серпентинитовых тел напластованию вмещающих осадочных пород, когда серпентинитовые залежи образуют складчатые формы, аналогичные вмещающим породам, как правило, устанавливались на всей площади исследования, если этому не препятствовали тектонические контакты.

Указанные соотношения серпентинитов и вмещающих пород показывают, что серпентиниты слагают интрузивные залежи, которые внедрялись в слоистые вмещающие породы в условиях спокойного (практически горизонтального) залегания и вместе с ними подверглись складчатости. Лишь такое объяснение позволяет примирить интрузивный характер серпентинитовых тел с их поразительно согласованным участием в разного порядка складчатых формах вмещающих пород на больших площадях.

В пользу такого представления говорит также излагаемый ниже факт, который был установлен во время наших исследований. В районе восточной Капорулы между участками, показанными на рис. 3 и 4, в туфосланцевой свите, лежащей под известняками с нижнекаменноугольной фауной (C_1^{2A}), нами был встречен пласт внутриформационного конгломерата. Валуны этого конгломерата состоят из пород серпентинитового комплекса и известняков со среднедевонской фауной ($Д_2^2$). Конгломерат в ряде точек расположен в непосредственной близости к верхней поверхности серпентинитового тела восточной Капорулы, с размывом которого, очевидно, и связаны валуны серпентинита.

Эти соотношения фиксируют наличие размыва серпентинитов в интервале между средним девоном ($Д_2^2$) и нижним карбоном (C_1^{2A}). Следовательно, внедрение ультраосновных пород, давших эти серпентиниты, имело место задолго до проявления герцинской складчатости на Урале, вероятнее всего где-то в верхнем девоне, если судить по составу валунов.

С этой точки зрения особый интерес представляют недостаточно пока еще ясные данные, которые приводятся в литературе относительно внутриформационных конгломератов с серпентинитовой галькой, относимых к верхнему девону (в частности на Южном Урале).

Во всяком случае, в нашем примере мы видим, что серпентиниты уже подвергались размыву в то время, когда вмещающие их породы еще не были складчаты, о чем говорит наличие в стратиграфическом разрезе указанного конгломерата, содержащего гальку подлежащих пород, в том числе и серпентинитов. Следовательно, серпентиниты к этому времени, когда на Урале еще не было проявлений герцинской складчатости, уже были внедрены в горизонтальные отложения

и в процессе продолжающегося накопления слоистых толщ местами подвергались размыву. В этом свете ясным становится и отсутствие в конгломератах каких-либо других валунов, кроме среднедевонских известняков, а также серпентинитов и связанных с ними основных пород. Это могло иметь место лишь потому, что вмещающие породы находились еще в рыхлом состоянии, за исключением известняков, отвердевших к этому времени благодаря явлениям растворения и перекристализации, а размыв не дошел до той глубины, на которой могли бы быть встречены подстилающие уплотненные породы.

Сходную картину мы имеем и выше в стратиграфическом разрезе восточного склона Урала. В нескольких километрах к северо-востоку от рассмотренных нами участков были встречены другие конгломераты, в которых также в большом количестве оказались валуны серпентинита и известняков с фауной верхнего девона и нижнего карбона ($Д_2^2$ и $С_1^2$). Аналогичные конгломераты известны в ряде мест восточного склона Урала, где они перекрыты отложениями со среднекаменноугольной фауной и относятся, по общегеологическим соображениям, к основанию среднего карбона, хотя точных данных для этого нет. Эти конгломераты дают основания некоторым геологам говорить о предсреднекарбоновой фазе складчатости и связывать с ней появление серпентинитовых интрузий, которые при последующем размыве и дали серпентинитовую гальку. Каких-либо достаточно убедительных данных о проявлении складчатости, помимо факта размыва нижележащих отложений и резкой смены фаций в стратиграфическом разрезе, в литературе по Уралу, однако, не приводится. Нет совершенно указаний на складчатые формы, которые могли бы быть отнесены к этой фазе складчатости.

Наши наблюдения показали нам складчатый характер залегания серпентинитов в соответствии со складчатой структурой вмещающих пород в пределах наших исследований. Участок, подвергшийся нашему изучению, составляет часть того целого, которым является общая площадь распространения Восточно-Уральской полосы серпентинитов. Представление о том, как ведет себя это целое по отношению к его залеганию в слоистых породах и к складчатости, дает нам геологическая литература по Уралу. Эта литература демонстрирует огромное количество фактов соответствия положения серпентинитовых тел структуре вмещающих пород на значительных площадях, указывая на многочисленные антиклинальные и синклинальные структуры, образуемые интрузивными залежами серпентинитов. Многие авторы подчеркивают это, изумляются пластовому характеру серпентинитовых тел и тем не менее, как правило, связывают их образование со складчатостью, хотя доказательств этого не приводят.

Наиболее четко подобное представление было сформулировано В. Н. Лодочниковым в его известной монографии о серпентинитах: «Не остается места сомнениям, что гипербазиты и серпентиниты представляют собой породы, типичные для складчатых областей, и интрудировали во время этой складчатости или несколько спустя». К этому выводу В. Н. Лодочников пришел несмотря на то, что сам, в соответствии с колоссальным материалом, который был им проработан, под-

черкивает исключительный пластовый характер серпентинитовых тел, определявший старую, длившуюся до сравнительно недавнего времени, дискуссию об осадочном, эффузивном или метаморфическом происхождении серпентинитов.

Вывод о непосредственной связи интрузии серпентинитов со складчатостью обусловливается, повидимому другим выводом В. Н. Лодочникова: «Из всей мировой литературы я отметил не ручаюсь за пропуски — только три места, где серпентиниты залегают в ненарушенных слоях, но и здесь эти породы встречаются совершенно в незначительных количествах». Дальше он отмечает только один случай, когда в литературе указывалось, что складчатые в настоящее время серпентиниты «. .внедрились во вмещающую толщу (метаморфическую) во время ее горизонтального залегания, но это только предположение и притом слабо обоснованное».

Если первая часть общего вывода В. Н. Лодочникова: «Не остается места сомнениям, что гипербазиты и серпентиниты представляют собой породы, типичные для складчатых областей. основательно подкрепляются всем фактическим материалом с точки зрения географического положения их, то нельзя этого сказать в отношении второй части вывода. Для утверждения и интрудировали во время этой складчатости или несколько спустя», приводимые данные не убедительны. Наоборот, исключительно обильный материал, который демонстрируется В. Н. Лодочниковым по залеганию серпентинитов для всей земной поверхности, показывает поразительное соответствие их складчатым структурам и понятен только при условии участия серпентинитов в образовании их структур совместно с вмещающими слоистыми отложениями, которые были еще нескладчаты, когда в них внедрялись ультраосновные интрузии, принадлежащие, таким образом, к силловому типу интрузий. Что касается территориальной связи серпентинитов со складчатыми областями, то она объясняется тем общеизвестным положением, что складчатые области возникают в пределах предшествующих геосинклинальных областей, представителями которых тогда и будут ультраосновные интрузии, внедрившиеся в спокойно залегавшие слоистые образования в течение геосинклинального периода. Тогда и первую половину вывода В. Н. Лодочникова можно было бы изменить, сказав в целом, что гипербазиты и серпентиниты представляют собой породы, типичные не для складчатых, а для геосинклинальных областей, и интрудировали не во время этой складчатости или несколько спустя, а до нее и подвергались процессу складчатости вместе с другими геосинклинальными образованиями, со всеми вытекающими отсюда последствиями.

Если при изучении пластовых интрузивных залежей серпентинитов исходить из того, что они в виде интрузий гипербазитов сформировались до складчатости с присущим ей интрузивным магматизмом, то основные вопросы, связанные с серпентинитами, должны были бы решаться по-иному. Многие вопросы, как например, автометаморфизм, диференциация, сланцеватость и брекчеевидность серпентинитов, а также многие другие могли бы найти более простое разрешение, особенно если принять во внимание, что при этом в значительной степени меняется фактор времени в связи с тем, что начало существования гипер-

базитовых тел отодвигается на период геосинклинального режима, в течение которого интрузии гипербазитов могли внедряться (что, повидимому, и имело место для Урала) неоднократно.

В частности в этом, повидимому, заключается объяснение слабой серпентинизации гипербазитовых интрузий на платформах.

В современном разделении различных типов интрузий обычно упоминается об интрузивных залежах, силлах, как формах интрузий, свойственных областям спокойного залегания, платформам, но не рассматривается вопрос появления силлового типа интрузий в геосинклинальных областях и последующего изменения их складчатостью, как бы исключая такую возможность.

В заключение следует сказать, что фактический материал данной статьи дает основание сделать вывод о необходимости особого внимания к основным и ультраосновным интрузиям с точки зрения времени их появления по отношению к складчатости. Обычным является установление их более древнего возраста по отношению к более кислым интрузиям, но совершенно необычным пока еще является отнесение их к интрузиям, появляющимся во время геосинклинального периода до последующей складчатости, что, повидимому, имеет место, по крайней мере для значительной их части, и будет выясняться по мере изучения их с этой точки зрения, особенно, если будет принято во внимание, что пластовые (силловые) интрузии в определенных случаях и участках дают секущие контакты, которые геологически сближают их с интрузиями, связанными со складчатостью.