Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова, т. LVIII, вып. 2, 1969 г.

О СТРУКТУРАХ РУДНЫХ ПОЛЕЙ В СВЯЗИ СО СДВИГОВЫМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ

Н. А. Аркадьев

В геологической литературе давно известны примеры локализации пород дайкового комплекса или гидротермальных жил в трещинах, оперяющих разрывные нарушения сдвигового типа [1, 2, 3]. Характерно, что все описанные в геологической литературе примеры образования трещин, связанных с горизонтальными флексурами, обязательно отражают обстановку, возникающую при развитии значительных по масштабам сдвиговых разрывных нарушений.

Далее описывается случай образования аналогичных систем трещин в иной своеобразной геологической обстановке на примере Северной агатоносной полосы (Ахалцихский район Грузинской ССР, месторождения технического халцедона). Эти месторождения локализуются в толще стекловатых смоляно-черных андезитов среднеэоценового возраста, выходы которых протягиваются широтной полосой вдоль северной границы Ахалцихской синклинорной депрессии.

К северу от Ахалцихской депрессии располагается антиклинорий Ахалцихско-Имеретинского хребта, сложенный преимущественно вулканогенными породами среднего эоцена. В самой депрессии развиты морские песчано-глинистые отложения приабонского яруса верхнего эоцена и континентальные песчано-глинистые лигнитосодержащие красноцветные толщи нижнего-среднего олигоцена. Между среднеэоценовыми вулканогенными породами и отложениями депрессии залегает переходная пачка осадочно-вулканогенных пород оверского яруса верхнего эоцена мощностью до 400 *м*, выходы которой окаймляют Ахалцихскую депрессию. Весь разрез пород считается практически непрерывным и лишь вдоль северной границы депрессии на вулканогенно-осадочные породы оверского яруса налегают горизонты приабонских отложений более молодые, чем в центральных и южных частях депрессии. Смоляно-черные стекловатые андезиты слагают толщу мощностью до 600 *м*, которая имеет очень однообразный облик и с большим трудом расчленяется на отдельные сравнительно маломощные лавовые покровы. Эта толща является самым верхним горизонтом среднего эоцена района и развита только вдоль северной границы Ахалцихской депрессии.

Все породы района смяты в единую систему линейных наклоненных на юг складок широтного простирания. Характерно, что пластичные породы депрессии собраны в систему более узких складок, то есть наблюдается дисгармония складчатости этих отложений со складчатостью жестких вулканогенных пород среднего эоцена. Кроме того, вдоль северной границы депрессии происходит опрокидывание жестких пород антиклинория к югу на пластичные отложения синклинорной депрессии.

Толща стекловатых андезитов, к которой приурочены основные месторождения технического халцедона, обнажается в крутом южном крыле крупной Абастумани-Боржомской антиклинали, являющейся последней к югу складкой антиклинория Ахалцихско-Имеретинского хребта, по которой он сочленяется с Ахалцихской синклинорной депрессией. Это крыло имеет сложное строение. На востоке оно осложнено двумя наклоненными, а на западе — опрокинутыми на юг складками, антиклинальной и синклинальной, вдоль осевых поверхностей которых развиты крутые продольные взбросы с приподнятыми северными крыльями. В центре района эти складки перерастают в продольные флексурообразные изгибы пород южного крыла Абастумани-Боржомской антиклинали, которые выражаются в чередовании с севера на юг участков крутого (70—90°) и пологого (5—20°) падения пород в южном направлении.

В самой толще смоляно-черных андезитов отмечается один продольный флексурообразный изгиб. На контакте с перекрывающими отложениями андезиты имеют почти вертикальное залегание, которое к северу резко сменяется южным падением пород под углами 20—30°. Наряду с продольными флексурообразными изгибами крыла в вертикальной плоскости, стекловатые андезиты в центре района претерпели серию небольших поперечных горизонтальных флексурообразных изгибов, по которым вулканогенные породы среднего эоцена наиболее выдвинуты (вдаются) к югу, в сторону пластичных пород депрессии (рис. 1). Вдоль некоторых горизонтальных изгибов (флексур) впоследствии развились короткие локальные сдвиги.

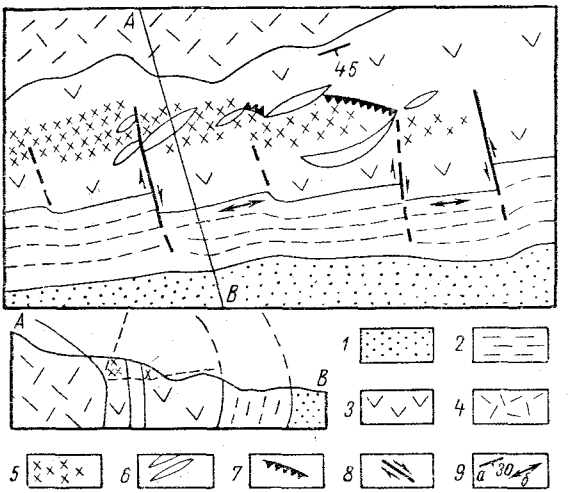


Рис. 1. Схема структуры Шурдинского месторождения (видно срезание одной структуры растяжения сдвигом)

1 — песчано-глинистые отложения (верхний эоцен, приабонский ярус); *2* — слоистые туффиты (верхний эоцен, оверский ярус); *3* — стекловатые черные андезиты (средний эоцен); *4* — массивные туфобрекции (средний эоцен); *5* — измененные андезиты в зоне продольного изгибания пород; *6* — структуры растяжения (зоны трещиноватости и дробления); *7* — структуры сжатия (зоны истирания); *8* — сдвиги; *9* — элементы залегания пород

Именно с поперечными изгибами жестких вулканических пород в горизонтальной плоскости и, отчасти, с развитыми по ним небольшими сдвигами связаны своеобразные зоны трещиноватости и дроблe-

ния стекловатых андезитов. Эти зоны являются основными рудовмещающими элементами структуры месторождений технического халцедона северной агатоносной полосы Ахалцихского района. Как видно из рис. 1, это крутопадающие зоны северо-восточного простирания, имеющие протяженность от 200 до 500 *м* и мощность от 50 до 220 *м*. Характерно, что длина каждой зоны лишь в 2—2,5 раза превышает ее наибольшую мощность. В плане зоны имеют грубо линзовидные формы, причем большинство их несколько изогнуто так, что северо-восточные концы зон круче подворачиваются к северу, а юго-западные — к югу.

На местности зоны выделяются по интенсивному изменению пород гидротермальными растворами (пропилитизация, цеолитизация), что сопровождается осветлением черных стекловатых андезитов. Кроме того, с зонами совпадают участки сгущения мелких субвулканических интрузивных тел. Внедрившиеся по зонам дайки, жилообразные тела и цепочки некков серых андезитов имеют обычно крутое падение и вытянуты вдоль зон, подчеркивая их ориентировку и даже изгибы в плане. Редкие дайки развиты также по сместителям коротких локальных сдвигов.

Границы описываемых зон со слаботрещиноватыми и неизмененными породами очень неровные и нечеткие. Объясняется это тем, что несколько более слабое изменение пород гидротермальными растворами отмечается еще по широкой зоне трещиноватости, возникшей вдоль флексурообразного изгиба толщи стекловатых андезитов в вертикальной плоскости, а также участками, вдоль контакта стекловатых андезитов с перекрывающими отложениями оверского яруса. Кроме зон трещиноватости и дробления северо-восточного простирания, развиты тесно сопряженные с ними зоны тектонического истирания пород, имеющие северо-западное простирание (рис. 1). Для этих зон характерно наиболее слабое изменение стекловатых андезитов гидротермальными растворами и почти полное отсутствие мелких субвулканических интрузивных тел.

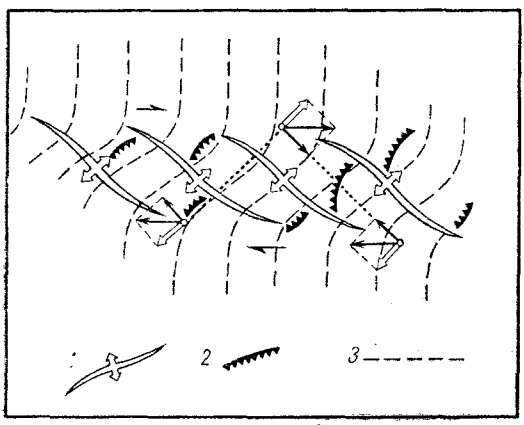


Рис. 2. Схема возникновения локальных трещин отрыва при изгибе пород в горизонтальной плоскости по [2]

Структуры: *1* — растяжения, *2* — сжатия; *3* — объекты, бывшие прямолинейными до изгибания. Растягивающие напряжения — белые стрелки, сжимающие — черные

Сопряженность двух типов зон, отличающихся по характеру дезинтеграции горных пород, и их закономерное расположение и ориентировка по отношению к поперечным флексурообразным изгибам пород в горизонтальной плоскости позволяет считать, что такие зоны сформировались в результате деформаций сдвигового типа.

Теоретическая идеальная схема возникновения разрывов, вызванных локальными сжимающими и растягивающими напряжениями в зоне изгиба пород в горизонтальной плоскости, изображена на рис. 2. В отличие от схемы, приведенной в работе [2], данная схема трансформирована для случая изгиба пород по правилу правого сдвига, так как именно такие изгибы характерны в основном для описываемого района.

Сравнивая обстановку, изображенную на рис. 1 и 2, можно сделать выводы, что в пределах Шурдинского месторождения зоны трещиноватости и дробления северо-восточного простирания возникли в результате локальных растягивающих напряжений и представляют серии тесно сближенных трещин отрыва. Зоны же истирания северо-западного простирания сформировались под воздействием локальных сжимающих (скалывающих) напряжений. За образование подобной структуры именно в результате изгибания пород в горизонтальной плоскости говорят факты срезания и смещения отдельных зон северо-восточного простирания короткими поперечными сдвигами. Последние развились, по-видимому, несколько позднее, чем горизонтальные флексуры. Наряду с этим расположение зон трещиноватости и зон истирания на Шурдинском месторождении подчиняется закономерностям размещения локальных структур сжатия и растяжения, оперяющих сдвиговые нарушения (рис. 3).

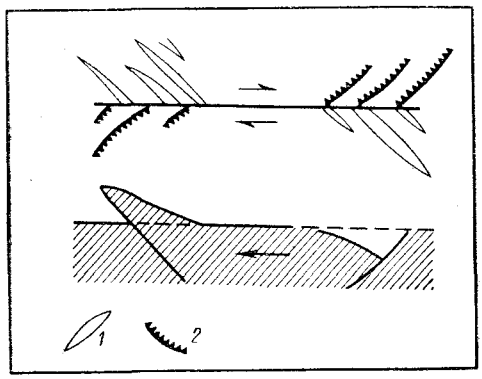


Рис. 3. Схема расположения структур сжатия и растяжения у концов сдвига (план и разрез) по [2]

Структуры: *1* — растяжения, *2* — сжатия

В соответствии с этими закономерностями на Шурдинском месторождении, вместо равномерного распределения по всему участку изгибания пород, трещины отрыва оказались сконцентрированными в тыловых, а трещины скалывания — во фронтальных участках крыльев горизонтальных флексур, образовав в совокупности сравнительно мощные зоны трещиноватости и зоны истирания пород. Примечательно отсутствие зон истирания у фронтальных частей восточных крыльев горизонтальных флексур (сдвигов), так как здесь разрядка локальных сжимающих напряжений выражалась, по-видимому, в сравнительно свободном перемещении крыльев к югу, в сторону пластичных отложений депрессий, в уплотнении этих отложений.

Все особенности структуры описываемого района обусловлены тангенциальными напряжениями, ориентированными по направлению с севера на юг, а также наличием в разрезе района двух мощных толщ, каждая из которых отличается характером деформаций. На границе между этими толщами, в участке сочленения антиклинория с синклинорной депрессией, при смятии пород района в систему линейных субширотных наклоненных на юг складок создалась своеобразная обстановка для дальнейшей разрядки тектонических напряжений. В восточной и западной частях депрессии возможности перемещения жестких вулканогенных пород антиклинория к югу, в сторону пластичных пород депрессии, были ограничены. Это объясняется, по-видимому, тем, что на данных участках вздымания шарниров складок депрессии ее основание, сложенное такими же жесткими вулканогенными породами, имело неглубокое залегание. Разрядка тектонических напряжений поэтому осуществлялась путем осложнения южного крыла Абастумани-Боржомской антиклинали более мелкими складками, с последующим образованием по осевым поверхностям последних взбросов (крутых надвигов).

В центральной части депрессии жесткие вулканогенные породы ее основания залегали более глубоко. Здесь для дальнейшей разрядки тек-

тонических напряжений легче осуществлялись мелкие поперечные изгибы южного крыла Абастумани-Боржомской антиклинали, по которым это крыло оказалось перемещенным к югу, вдавленным в пластичные отложения депрессии. В связи с поперечными изгибами крыла в горизонтальной плоскости (горизонтальными флексурами) возникли закономерно ориентированные по отношению к ним локальные зоны трещиноватости, дробления и истирания пород. Выше было показано, что образование таких зон обусловлено деформациями сдвигового типа, так как поле напряжений, возникающее при образовании горизонтальных флексур, аналогично таковому же при развитии сдвиговых нарушений.

Выводы

1. Особым видом структуры рудного поля, связанной с деформациями сдвигового типа, являются системы локальных крутопадающих зон трещиноватости и зон истирания пород, тесно сопряженные и закономерно ориентированные по отношению друг к другу.

2. Рудные поля, выраженные системами таких зон, вытягиваются в виде нешироких полос вдоль простирания складчатой структуры района.

3. По отношению к простиранию рудного поля зоны каждой системы ориентированы косо, почти в диагональном направлении, а по отношению друг к другу — под углами, близкими к прямому.

4. Условиями для возникновения таких рудных полей являются: а) наличие в районе толщ горных пород с различными механическими свойствами (жестких и пластичных); б) возможность для жестких пород перемещаться в процессе складчатости в сторону пластичных отложений. Такие перемещения могут осуществляться или по серии поперечных изгибов жестких горных пород в горизонтальной плоскости (горизонтальных флексур), или же по серии коротких поперечных по отношению к простиранию складок сдвигов.

5. Рудные поля данного типа локализуются в жестких горных породах вблизи их контакта с пластичными отложениями.

6. Локальные зоны трещиноватости и зоны истирания пород формируются на участках изгибания жестких пород в горизонтальной плоскости или как оперяющие элементы структуры в крыльях поперечных сдвигов.

7. Участками, благоприятными для возникновения структуры рудных полей данного типа, являются зоны сочленения крупных элементов складчатых сооружений (антиклинории и синклинории) при условии надвигания жестких пород антиклинория на пластичные отложения синклинория (депрессии).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажгирей Г. Д. Структурная геология. Изд-во МГУ, 1956.
2. Буртман В. С. и др. Разломы и горизонтальные движения земной коры. Вып. 80. Изд-во АН СССР, 1963.
3. Воронов П. С., Эрлих Э. Н. О сдвиговых деформациях в северо-восточной части Сибирской платформы. Информ. сб. Инст. геол. Арктики, вып. 28, 1962.