

УДК 55.016 (470.54)

© Д. члены УАГН Г.Н. Кузовков, Д.А. Двоеглазов

ШАРТАШСКАЯ ЗОЛОТОРУДНАЯ ВИХРЕВАЯ СТРУКТУРА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

*Исетская партия АО “Средне-Уральская геологоразведочная
экспедиция”, г. Верхняя Пышма, 624080*

Автореферат

Вихревые структуры в литосфере давно привлекают внимание исследователей. В последнее время появились основания считать, что эти структуры контролируют размещение крупных месторождений металлов и других полезных ископаемых. К Шарташской вихревой (ротационной) структуре (ШВС) на Среднем Урале приурочено крупное Березовское месторождение золота. ШВС расположена в надвнутрузивной части крупной гранитоидной интрузии, является типично антиклинально-сводовым образованием и представляет собой правую “спираль”. Дается анализ структурно-геологических особенностей ШВС и связи с ней золотого оруденения. Делается вывод о невозможности дать объяснение ее генезиса с эндогенной точки зрения. Формирование ШВС одним из авторов объясняется с позиций импактной гипотезы. Предполагается, что ШВС возникла при падении вращающегося ультраосновного ударника, фрагменты которого представлены в “протрузиях” метабазитов. За счет релаксации напряжений и структурного подъема дна кратера образовался Шарташский выступ гранитоидов, аналогично куполам Вредефорт (ЮАР), Карсуэлл (Канада) и Верхисетский (Средний Урал). Березовское месторождение золота сформировалось на участке пересечения одноименного дайкового поля с базит-гипербазитами Пышминско-Березовского массива. Источником золота являлись базит-гипербазиты крупной Первомайско-Березовской тектонической пластины. Рассмотрены взаимоотношения последней и ШВС. Образования Березовского дайкового поля (гранитоид-порфиры, кварцевые жилы), вероятно, играют роль “кремнекислых каталитических ловушек” по отношению к золотому оруденению.

Введение

Вихревые (ротационные) структуры в литосфере давно привлекают внимание исследователей [1, 3, 9, 15, 19, 20, 22, 23 и др.].

Ли Сы-Гуан [15 и др.] впервые обратил внимание на ротационную структуру Байюньшань поперечником около 0,5 км, образовавшуюся, по его мнению, в результате движения вещества по спиралевидным кольцевым разломам, сопряженным с крупным сдвигом. Позднее [23] описана Ордосская ротационная структура диаметром сотни километров. Ряд гигантских и крупных вихревых структур описан в работах [1, 10, 19, 22 и др.].

Как отмечают В.А. Арсеньев и Н.И. Корчуганова [1], большая часть работ о вихревых структурах в литосфере была опубликована в 50 – 80-е годы XX в. Позднее интерес к ним угасал, однако в последнее время “появились основания утверждать, что структуры с вихревой (спиралевидной) морфологией контролируют положение на континентах уникально крупных месторождений металлов и других полезных ископаемых” (с. 134). В настоящее время, согласно [1], формирование вихревых структур чаще всего связывается с вращательными движениями, возникающими за счет поворота микроплит при коллизии крупных литосферных плит, либо вращения небольших мобильных блоков при сдвигах вдоль границ крупных блоков.

По существу, вихревые структуры являются разновидностью кольцевых структур, наблюдаемых на поверхности Земли в огромном количестве. Многие из них некоторыми исследователями [7, 8, 10 и др.] рассматриваются как космогенные. Наряду с этим отдельные заведомо космогенные объекты (метеоритные кратеры Эльгыгытгын, Попигайский) с отчетливым вихревым строением причисляются к эндогенным вихревым структурам [1, 20, с. 91].

Данные о вихревых структурах Среднего Урала стали появляться только в последнее время. В работе [11] описаны кольцевые структуры Ключевского гипербазитового массива, имеющие, по данным автора, вихревое строение и оказывающие влияние на распределение в пространстве хромитового оруденения. В работе [12] автором высказано предположение о возможной вихревой природе Каменской космогенной (?) структуры, расположенной в районе г.Каменск-Уральский, которая, по мнению автора, контролирует пространственное распределение месторождений и проявлений каменного угля, марганца, редких металлов, золота и других полезных ископаемых. Наконец, в работе [1] указано на существование Березовской вихревой структуры, к северо-восточной периферии которой приурочено одноименное месторождение золота.

Цель настоящей работы – оценить возможную кинематику движений при образовании Шарташской вихревой структуры и на основе новых подходов попытаться сформулировать в общем виде основные закономерности локализации в ней золотого оруденения.

1. Основные геологические особенности района Шарташской вихревой структуры

Описываемая ниже Шарташская вихревая структура выделялась ранее [14, 21 и др.] как Шарташская брахиантиклиналь (рис. 1). Она расположена в пределах восточной части г. Екатеринбург и прилегающих к ней с востока территорий. В северо-восточной части этой структуры находится г. Березовский. Описанию ее геологических особенностей посвящена обширная литература. Однако вопрос о механизме формирования этой структуры, имеющий важное геологическое и металлогеническое значение, в существующих работах освещен лишь в самых общих чертах. В одной из недавних работ [18] отмечено положение структуры в образованиях океанического (базит-гипербазиты, диабазы, лавы, туффиты и т. д.) и коллизионных (гранитоиды) комплексах, а причиной их тектонизации признаются коллизионные процессы.

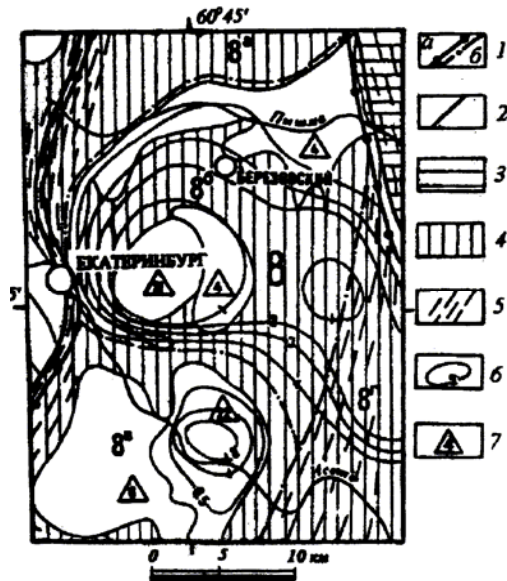


Рис. 1. Тектоническая схема района Шарташской вихревой структуры по [9].

1 – границы: а – Монетинско-Седельниковского антиклинория (8), б – подчиненных ему структур (8^а – Октябрьская грабен-синклиналь, 8^б – Шарташская брахиантиклиналь, 8^в – Елизаветинская брахисинклиналь, 8^г – Арамилско-Кашинская антиклиналь); 2 – разломы: Верхисетский (на западе) и Мурзинский; 3, 4 – структурные ярусы: 3 – рифейский, 4 – среднеордовикско-нижнедевонский; 5 – зоны динамометаморфизма; 6 – изостраты Шарташского гранитоидного массива; 7 – номера интрузивных массивов (4, 6 – базит-гипербазитовых: 4 – Пышминско-Березовский, 6 – Уктусский, 21, 22 – гранитоидных: 21 – Шарташский, 22 – Большеседельниковский).

Г.Н. Кузовковым и др. [14] было обращено внимание на спиралевидное (вихревое) строение Шарташской брахиантиклинали и на заметную роль в нем кольцевых (дуговых) разломов. Позднее этот вывод был подтвержден авторами второго издания геологической карты листа О-41-XXV масштаба 1:200000 (В.Ф. Копанев, Р.Д. Калугина, Е.В. Стороженко и др., 1999). Благодаря этим особенностям, она выделяется нами как Шарташская вихревая структура (ШВС). Необходимо отметить, что авторы [1], выделяющие упомянутую выше Березовскую структуру диаметром около 150 км, ограничиваются только схемой этой структуры без каких-либо комментариев в тексте работы. ШВС на приведенной ими схеме не показана и должна располагаться в северо-восточной внешней периферии Березовской структуры.

ШВС привлекает к себе внимание не только своеобразием своего геологического строения, но и приуроченностью к ней широко известного в России и в мире Березовского месторождения золота, наличие которого определило высокую степень геологической изученности структуры. Рассмотрим кратко основные особенности ее строения.

Морфологически ШВС отвечает сложная изометричная в плане депрессионная зона (депрессия) со слабо расчлененным рельефом современной поверхности. Многочисленные локальные возвышенности, наблюдаемые преимущественно в периферических частях депрессии, обусловлены наличием тел метагипербазитов (серпентинитов). Вблизи центральной части депрессии располагается озеро Шарташ (рис. 2).

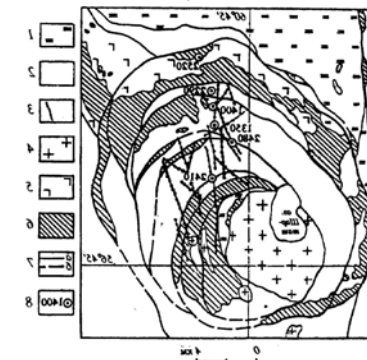


Рис. 2. Геолого-структурная схема Шарташской вихревой структуры на основе [9].

1- лландовери (?) - кремнистые, углисто-кремнистые породы, слюдисто-кварцевые сланцы; 2 - верхний ордовик - нижний силур (?) - базальты (вариолиты, спилиты), их туфы, подчиненные им песчаники, алевролиты; 3 - главные дайки гранитоид-порфира Березовского дайкового поля; 4 - граниты и гранит-порфиры; 5- габбро; 6 - метагипербазиты (серпентиниты); 7 - геологические (а) и тектонические (б) границы; 8 - структурные скважины, их номера.

Гидрографическая сеть в пределах депрессии разработана слабо и принадлежит системе р. Пышма. Практически вся депрессия, отвечающая ШВС, в направлении с ЮЗ на СВ пересечена долиной р. Калиновка – правого притока р. Пышма. Примечательно, что долина р. Пышма конформно следует вдоль северной периферии ШВС, повторяя ее дугообразное ограничение. Характерно также, что относительно прямолинейные долины истоков р. Пышма и ее правых притоков – рр. Балтымка и Крутиха радиально причленяются с северо-запада к дугообразному отрезку главной долины и, возможно, фиксируют радиальные разломы в палеозойском основании. Можно предположить, что во внешней периферии ШВС существует целая серия подобных нарушений, имеющих скрытый характер и морфологически не проявленных в современном рельефе.

В структурном отношении, согласно [14], ШВС располагается в пределах так называемого Монетнинско-Седельниковского антиклинория, являющегося составной частью Сысертско-Первомайского блока Сысертско-Ильменогорского мегантиклинория (см. рис. 1). Тектоническими ограничениями антиклинория служат на западе - Верхисетский разлом, имеющий характер взброса, на востоке - Мурзинский разлом, представляющий собой левосторонний сдвиг.

С севера ШВС ограничена широтной Октябрьской грабен-синклиналью, выполненной вулканогенно-кремнистыми образованиями лландовери (?). Южным ее ограничением служит Елизаветинская брахисинклиналь, в которой представлены силуро-девонские (?) вулканогенно-осадочные образования, базит-гипербазиты Уктусского и гранитоиды Большеседельниковского интрузивных массивов. На западе ШВС тектонически сопрягается со структурами Свердловского синклинория, выполненными силурийскими (?) вулкано-интрузивными образованиями, на востоке - с линейными меридиональными структурами Арамилско-Кашинской антиклинали, образованными в вулканогенно-осадочных толщах ордовика - силура (?).

В целом ШВС имеет в плане эллипсовидные ограничения, размеры 18 x 23 км, с длинной осью “эллипса”, ориентированной в северо-восточном (40-45°) направлении (см. рис. 2) и является типичной антиклинально-сводовой структурой обрамления крупной гранитоидной интрузии. Спиралевидное (вихревое) строение структуры отчетливо проявлено благодаря наличию многочисленных тел метагипербазитов, которые располагаются вдоль спиральных образующих ШВС, являяются ее своеобразными маркерами и фиксируются локальными положительными аномалиями магнитного поля. Совокупность этих тел известна [14, 21 и др.] как Пышминско-Березовский альпийский массив. Многочисленные данные свидетельствуют, что это – бескорневые пластообразные тела в целом согласные с вмещающими

их вулканогенно-осадочными породами и имеющие характер тектонических пластин – протрузий (рис. 3).

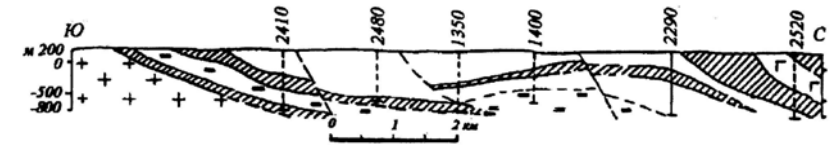


Рис. 3. Геологический разрез по линии структурных скважин, показанных на рис. 2, (по [9], с изменениями), условные обозначения – там же.

Вмещает протрузии гипербазитов своеобразный вулканогенно-осадочный комплекс пород, который по своим характеристикам не имеет аналогов на Среднем Урале, а по возрасту условно отнесен [14] к позднему ордовика - раннему силуру. Это - афировые базальты (вариолиты, спилиты), мелкообломочные туфы, туфопесчаники, туфоалевролиты, туффиты основного состава, переслаивающиеся с алевропелитами и алевропесчаниками, измененными до филлитовых сланцев, с горизонтами углисто-кремнистых сланцев, туфов порфировых базальтов и яшм. В совокупности они образуют однородную ассоциацию, относящуюся к недифференцированной формации натровых базальтов спилит-диабазового типа (С.В.Автонеев и др., 1981).

Весь описанный комплекс образований прорван интрузиями гранитоидов (адамеллитов) Шарташского массива (верхисетский комплекс по [14], относимый [18] к коллизионной тоналит-гранодиоритовой формации) и пространственно связанных с ними гранитоидов пестрого состава, образующих Березовское дайковое поле и вмещающих одноименное месторождение золота (см. рис. 2).

Шарташский гранитоидный массив, согласно имеющимся данным ([14, 18 и др.], см. рис. 1), представляет собой крупное субширотное тело неправильной в плане формы, большая часть которого не вскрыта эрозией и прослеживается на глубину около 5 км (так называемый Большой Шарташский массив [18 и др.]). Поверхность кровли этого тела, по имеющимся данным, полого погружается на север и круто – на юг и юго-запад. Простая морфология поверхности этого тела осложнена тремя куполовидными выступами: Шарташским, Шпанчевским (восточнее) и слепым Становлянским, находящимся на глубине 0,5 - 1 км от современной поверхности. Как видно на рис. 1, это крупное тело является по существу своеобразным сиалическим цоколем развитых с поверхности вулканогенно-осадочных образований Шарташской брахиантиклинали и Арамилско-Кашинской антиклинали, насыщенных протрузиями метагипербазитов.

Имеющиеся данные свидетельствуют о том, что именно с формированием Шарташского выступа описанного массива связана антиклинально-сводовая структура его обрамления. При этом обращает на себя внимание согласованность общего поверхностного контура ШВС (см. рис. 2) с залегающей на глубине западной частью гранитоидного массива (см. рис. 1). Отсюда можно сделать вывод, что проявление ШВС на поверхности целиком контролируется западной погруженной частью Шарташского массива.

Привлекает внимание также асимметричность ШВС, целиком согласующаяся с асимметричностью находящегося на глубине гранитоидного тела: как видно на рис. 2, ШВС представляет собой правую “спираль”, “раскручивание” которой происходит по часовой стрелке от центра, смещенного в ее юго-западную часть и представленного изометричным в плане Шарташским выступом гранитоидного массива; при этом наиболее сжатая южная часть “спирали” отвечает участку крутого погружения на юг поверхности кровли гранитоидного массива, в то время как наиболее “раскрытая” северная часть ШВС отвечает участку пологого погружения поверхности кровли этого массива (см. рис. 1, 2).

Одной из замечательных особенностей ШВС является упоминавшееся выше Березовское дайковое поле (БДП), к северной части которого приурочено одноименное месторождение золота. Согласно имеющимся данным [2, 14], БДП образовано совокупностью более чем 350 гранитоидных даек общей протяженностью около 350 км и расчленяется на два пучка (свиты), стремящиеся к соединению в южном направлении. В этом же направлении увеличивается количество и уменьшается степень золотоносности даек.

Дайки имеют различный состав (плагиосиениты, плагиосиенит-порфиры, лампрофиры, гранит-порфиры, плагиогранит-порфиры) и находятся в сложных во многом невыясненных взаимоотношениях. Простираение даек от субмеридионального до северо-восточного (350–20°), редко - широтное, падения преимущественно крутые (85 - 90°), реже - пологие (25 - 40°), протяженность - до 4 - 5 км, отдельных даек - до 8 - 9 км, мощность 8 – 10 м, прослежены на глубину до 500 м. Они заключают огромное количество золотоносных сульфидно-кварцевых жил преимущественно широтных, образующих систему так называемых “лестничных” жил.

Не рассматривая особенностей состава, последовательности образования и золотоносности даек, отметим, что в целом БДП расположено в восточной части ШВС и в плане оконтуривается эллипсом размером 5 x 16 км, с длинной осью, ориентированной по меридиану. В северной половине БДП с этой осью совпадает прямолинейный отрезок долины нижнего течения р. Калиновка. Не исключено, что этот

отрезок долины фиксирует меридиональный разлом, относительно которого дайки выполняют оперяющие его трещины.

Можно предположить, что этот разлом играет роль плутонодренажной структуры (ПДС), в понимании [17], которая продолжается в южном направлении, не имея здесь четкого морфологического выражения. Не исключено также, что отрезок верхней части долины р. Калиновка, пересекающий Шарташский выступ гранитоидного массива в северо-восточном направлении до ее перегиба на север, следует вдоль дизъюнктива, который мог подпитывать указанную выше ПДС.

Представление о характере структуры пород кровли Шарташского массива, в которых непосредственно проявлена ШВС, дает геологический разрез по скважинам структурного бурения ([14], по данным В.М. Алешина и др., 1972, см. рис. 3). Как видно на разрезе, в направлении с юга на север от Шарташского выступа гранитоидов в этих породах проявлена вначале пологая простая синклинали (скважины 2110 - 2480 - 1350), которая далее волнообразно сменяется такой же пологой антиклиналью (скважины 1400 - 2290). При общем спиралевидном характере ШВС обе указанные структуры также должны быть спиралевидными в плане. Отсюда следует, что Шарташский выступ гранитоидного массива окружен спиралевидной синклиналью, которая к периферии ШВС сменяется аналогичной антиклиналью. Обе складчатые структуры осложнены нарушениями надвигового характера.

Характерными элементами указанных спиралевидных синклинали и антиклинали являются пластовые залежи – протрузии метатипербазитов (см. рис. 3). Их наличие в разрезе с несомненностью свидетельствует о том, что здесь имеет место сложная структура тектонического покрова. Наконец, следует отметить, что описанная волнообразная спиралевидная структура пород кровли Шарташского массива дисгармонична простой морфологии поверхности кровли последнего, которая по геофизическим данным находится на глубине 1 - 2 км от современной поверхности. Таким образом, ШВС представляет собой поверхностное образование, не имеющее связи с глубиной и проявленное в структуре тектонического покрова.

2. Вероятный механизм образования ШВС

2.1. Возможные эндогенные модели ШВС

Механизм образования ШВС представляется дискуссионным. Спиралевидный (вихревой) характер ШВС позволяет отнести ее к типу ротационных структур по [1, 3, 15.19 и др.], в которых отчетливо проявлены признаки вращательного движения вещества. Вслед за указанными авторами, образование ШВС можно связать с левосдвиговы-

ми перемещениями пород вдоль Мурзинского разлома. Однако этому противоречит правосторонний характер ШВС (правая спираль), ее относительная удаленность от Мурзинского разлома и явная связь ШВС со становлением Шарташского гранитоидного плутона. Последнее не позволяет объяснить образование ШВС и ее сопряженностью с Верхисетским разломом, который к тому же имеет характер взброса.

Следует добавить, что роль левосторонних перемещений по Мурзинскому разлому недостаточно ясна и, вполне вероятно, значительно преувеличивается. Об этом свидетельствует характер причленения к этому разлому северной части Первомайского гипербазитового массива, не испытывающей при этом видимых деформаций левого сдвига. Вероятнее всего, эти перемещения имеют незначительную амплитуду.

Несомненная связь образования ШВС со становлением Шарташского плутона дает основание полагать, что внедрение гранитоидов Шарташского выступа сопровождалось интенсивными вращательными движениями гранитоидной магмы, вызвавшими проявление вращательных движений в породах кровли плутона. Простая морфология кровли последнего позволяет заключить, что вращательное движение гранитоидной магмы должно было локализоваться только в Шарташском выступе плутона, приводя к спиралевидным перемещениям пород его кровли и их смятию в складки. В таком случае структуры интенсивного вращения гранитоидного расплава должны были проявиться в элементах прототектоники массива, чего в действительности не наблюдается. Таким образом, и этот механизм образования ШВС нельзя признать правомерным.

Можно рассмотреть еще одну эндогенную модель формирования ШВС, предполагая спокойное внедрение Шарташского гранитоидного штока, что отвечает характеру его прототектоники. В таком случае складчатая структура кровли массива (см. рис. 3) должна свидетельствовать о пульсационном режиме внедрения гранитоидов. При этом не вызывает сомнения, что внедрение гранитоидов происходило в структуру тектонического покрова, насыщенную пластообразными протрузиями метагипербазитов. Первичное залегание пород этого покрова, как следует из приведенного разреза (см. рис. 3), должно было быть горизонтальным. Следовательно, при спокойном пульсационном внедрении гранитоидов должна была сформироваться простая концентрическая, возможно, асимметричная, многокольцевая, но не вихревая структура.

Наконец, можно предположить, что различные части (блоки) упомянутого тектонического покрова имели различное залегание – от горизонтального в северной части ШВС до крутого на юге и на западе структуры, что при внедрении гранитоидов обусловило формирование

структуры, имеющей подобие спиралевидной. ШВС в таком случае должна иметь статический характер и зависеть от случайного расположения отдельных блоков покрова, конкретизировать которое не представляется возможным.

2.2. Импактная модель ШВС

Таким образом, с точки зрения эндогенного генезиса ШВС объяснить причины ее возникновения затруднительно, а по мнению Г.Н. Кузовкова, попросту невозможно. По его мнению, формирование ШВС можно объяснить с позиций импактной гипотезы [10]. С этой точки зрения ШВС необходимо рассматривать как типичную ротационную (поверхностную) структуру по [1].

Согласно [1], вихревыми или ротационными структурами являются структуры, в которых существенная роль принадлежит спиралевидным, дугообразным или эксцентричным кольцевым формам. Как отмечают [1], в этих структурах всегда присутствуют две морфологически различные части: меньшая - внутренняя и большая - внешняя; внутренняя часть часто округлой формы, занимает не более 1/5 площади структуры и может располагаться как в ее середине, так и эксцентрично; внешняя часть характеризуется спиралевидными (вихревыми) формами различной кривизны. Как видно на рис. 2 и на геологической карте ([14], В.Ф. Копанев и др., 1999), ШВС целиком удовлетворяет приведенному определению.

Авторы [1] обращают особое внимание на то, что вихревые структуры, к которым по всем признакам принадлежит ШВС, являются поверхностными образованиями, в отличие от выделяемых ими “глубинных винтовых структур”, которые, по их мнению, “испытывают закручивание по вертикали” (с. 136). При этом остается совершенно непонятной причина “закручивания” винтовой структуры по вертикали, поскольку глубинный механизм должен проявляться только в ее “раскручивании”, “закручивание” же должно быть экзогенным.

Как следует из приведенного описания, по своим морфологическим и геологическим особенностям ШВС можно сопоставить с известными метеоритными структурами [7 и др.], в частности, с кратером Эльгыгытгын, имеющим, по данным [20], вихревое строение. В первую очередь, это наличие сложной депрессионной зоны на современной поверхности, в которой озеро Шарташ может фиксировать реликты центральной кратерной структуры, а периферические локальные возвышенности - реликты ее внутреннего и внешнего кольцевых валов.

Слабо выраженное куполовидное поднятие в центре ШВС, представленное Шарташским гранитоидным выступом, выглядит как

центральное поднятие этой структуры, окруженное кольцевыми (спиралевидными) синклиналью (внутренний кольцевой желоб) и антиклиналью (внешнее кольцевое поднятие). В совокупности они могут характеризовать ШВС как сложную ударно-взрывную структуру, спиралевидное (вихревое) строение которой можно связать с центробежным вращательным движением потока возмущенного взрывом вещества, а волнообразное ее строение - с особенностями прохождения ударной волны.

Согласно импактной гипотезе [10], тела базит-гипербазитов можно рассматривать как фрагменты космических ударников. Отсюда следует, что наблюдаемые в ШВС многочисленные “протрузии” метагипербазитов и являются “осколками” того космического тела, от удара которого возникла эта структура. Их вихревое расположение в ШВС может означать, что это тело-ударник было вращающимся.

Эллиптичность ШВС (отношение ее короткой оси к длинной составляет 0,78) может свидетельствовать о наклонном падении этого тела. По данным [16,], изометричность метеоритного кратера сохраняется вплоть до угла падения ударника 10° к горизонту. Что касается ШВС, то эллиптичность в ней проявлена лишь в периферических зонах, центральная часть структуры отличается своей изометричностью (см. рис. 2). Исходя из этого, можно предположить, что ударник ШВС двигался под углом около 10° к горизонту. При этом ориентировка длинной оси ШВС (СВ - $40-45^\circ$) и асимметричность последней должны указывать на направление движения ударника с северо-востока на юго-запад. Согласно схеме, приводимой [10], это направление в точности соответствует направлению из центра Западно-Сибирской гиаблемы (Пякупурская структура) по одному из ее радиусов.

В таком случае можно предположить, что “Шарташский” ударник являлся одним из многочисленных фрагментов “материнского” тела, выброшенным из центра Западно-Сибирской гиаблемы по низкой баллистической траектории и получившим при этом вращательный момент. Таким образом, и ударник, и сформированная им ШВС должны иметь вторичную природу в общем процессе образования Западно-Сибирской гиаблемы. Не исключено, что этот ударник упал в еще движущийся, но в основном уже сформировавшийся центробежный донный поток (ЦДП) гиаблемы. Достаточно низкая кинетическая энергия такого ударника могла обусловить его неполную дезинтеграцию и пластическое растекание, с образованием пластообразных тел гипербазитов.

Можно предположить, что удар этого вращающегося тела пришелся в точку, расположенную над юго-западной частью находящегося на глубине сиалического объекта, отождествляемого с “Большим Шарташским гранитоидным массивом” [18]. Вслед за ударом и

формированием поверхностной спиралеобразной кратерной структуры последовала упругая отдача кристаллического (сиалического) основания и произошел его структурный подъем, в результате которого сформировался изометричный выступ гранитоидного массива.

Механизм формирования подобных “интрузий” рассмотрен в [7, 10, 13 и др.] на примерах “неинтрузивного гранитного купола” Вредефорт (ЮАР) диаметром 40 км, гранитного купола Карсуэлл (Канада) диаметром 33 км и “многочупольного” Верхисетского массива на Среднем Урале. В последнем случае [10] сделана попытка показать роль импактного анатексиса в формировании гранитоидных расплавов, обогащенных щелочами (K, Na), с использованием данных [5] по Попигайской астроблеме. С этой точки зрения, гранитоиды Шарташского выступа могут быть проявлены в виде силла и представлять собой продукты импактного анатексиса пород сиалического блока, находящегося на глубине и тождественного по составу Мурзинско-Адуйскому блоку. Характерная для Шарташских гранитоидов субгоризонтальная матрацевидная отдельность, эффектно проявленная в скалах “Каменные Палатки”, как и в Верхисетском массиве, может отображать особенности морфологии горизонтальной залежи импактного гранитоидного расплава, подобно горизонтальной отдельности зювитов кратера Нордлинген Рис в ФРГ [7, 10].

Согласно импактной гипотезе [10], при формировании ШВС в условиях прогрессивного ударного метаморфизма все основные геологические процессы должны были протекать практически синхронно, сменяясь длительными процессами регрессивной стадии ударного метаморфизма, а именно:

1) образование сложной кратерной структуры, сопровождавшееся разрывом, пластическим растеканием, дезинтеграцией, ударным плавлением, разбрасыванием по баллистическим траекториям, перемещением в ЦДП вещества ударника и мишени и формированием характерной “спекшейся толщи” коптогенного комплекса;

2) структурный подъем дна кратерной воронки, сопровождавшийся формированием Шарташского гранитоидного штока, заполнением воронки материалом взрывного облака и ударным расплавом, стекавшим с ее бортов, а также инъекционного импактного дайкового комплекса;

3) общий высокий нагрев вещества после снятия ударных нагрузок, его медленное остывание и сопутствующие ему процессы.

В качестве “спекшейся толщи” коптогенного комплекса ШВС с импактной точки зрения можно рассматривать ее своеобразный вулканогенно-осадочный комплекс пород, кратко охарактеризованный выше, в котором расплавленные породы (базальтовые вариолиты, спилиты) могут быть отнесены к фации тагамитов, туфы и туфогенные по-

роды - к аллогенным импактным брекчиям, а осадочные породы - к реликтам протомишени.

Особое место в ШВС занимает БДП. С импактной точки зрения, дайки БДП могут быть отнесены к инъекционному комплексу ШВС. Их образование можно связать с внедрениями импактного расплава преимущественно гранитоидного состава в открытые трещины. Раскрытие этих трещин должно быть естественным следствием снятия нагрузки после релаксации напряжений. Сложности состава и взаимоотношений даек в геологически мгновенном импактном процессе неясны и требуют расшифровки. Однако внимание привлекает прежде всего независимое секущее положение БДП относительно ШВС: как было указано выше, БДП локализовано в восточной половине ШВС и в целом имеет меридиональное простирание, совпадающее с простиранием Верхисетского и Мурзинского разломов, которые, согласно [10], можно рассматривать как элементы ЦДП Западно-Сибирской гиаблемы.

Такое совпадение представляется не случайным и позволяет связать БДП с зоной продольной трещиноватости, предположительно возникшей в условиях мощного широтного стресса и протягивающейся на север на расстояние около 50 км, пересекая всю Первомайскую структуру практически вдоль ее осевой части (рис. 4). С этой зоной можно связать рудовмещающие структуры Первомайско-Зверевского золоторудного поля к северу от ШВС. С другой стороны, приуроченность БДП к этой зоне трещиноватости может свидетельствовать о геологической синхронности проявления региональных (Западно-Сибирская гиаблема) и локальных (ШВС) процессов и находится в согласии с предположением об образовании ШВС в движущемся ЦДП Западно-Сибирской гиаблемы (см. выше).

В связи с высказанной точкой зрения, можно рассмотреть еще один аспект, не находящий отражения в имеющейся геологической литературе: о соотношении Первомайской структуры и ШВС. При этом под Первомайской структурой понимается структура, охватывающая образования Первомайского синклинория и Монетнинско-Седельниковского антиклинория (см. рис. 1, 4). Как видно на рис. 4, в современном виде сохранилась лишь центральная часть этой структуры, западная и восточная ее части срезаны, соответственно, Верхисетским и Мурзинским разломами.

Анализ особенностей геологического строения района этих структур выявляет концентрические элементы их строения, что в особенности подчеркивается относительным расположением базит-гипербазитовых массивов. Так, если рассматривать Первомайский массив как ядро этой крупной структуры, то концентрическими ему оказываются Благодатский массив и восточная часть Пышминско-

Березовского массива. При этом западная часть последнего, вписывающаяся в контуры ШВС, дугообразно выгнута на север – навстречу дуге Благодатского массива (см. рис. 2).

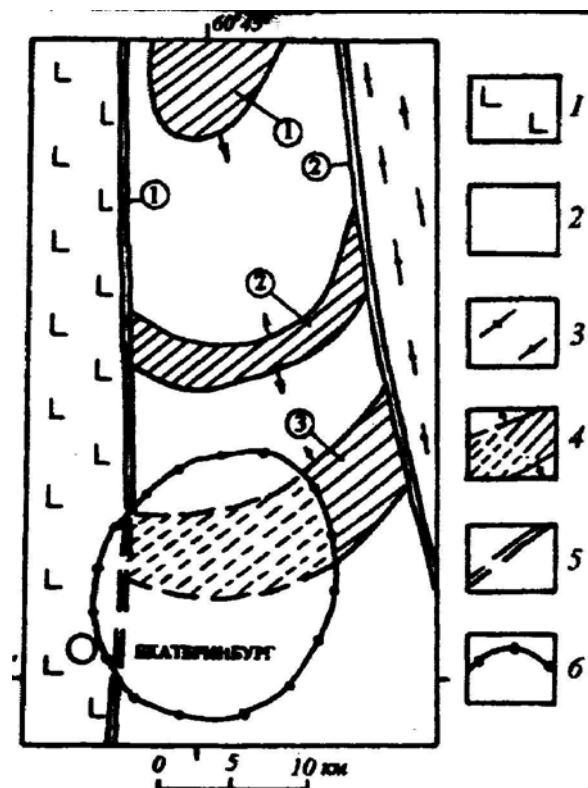


Рис. 4. Схема предполагаемых первичных соотношений Первомайской многокольцевой и Шарташской вихревой структур.

1 - вулкано-интрузивные образования Свердловского синклинория; 2 - вулканогенно-осадочные и интрузивные образования Первомайской многокольцевой структуры; 3 - метаморфические образования Мурзинско-Адуйского антиклинория; 4 - массивы базит-гипербазитов Первомайской структуры с указанием направления падения поверхностей их контактов (1 - Первомайский, 2 - Благодатский, 3 - Пышминско-Березовский, прерывистый контур - предполагаемое первоначальное положение массива); 5 - разломы Верхисетский (1, штриховая линия - предполагаемое первоначальное положение разлома) и Мурзинский (2); 6 - обобщенный контур ШВС.

Если считать Первомайскую структуру многокольцевой, а ее элементы концентричными, то необходимо продлить контур восточной части Пышминско-Березовского массива на запад - до Верхисетского разлома, концентрично Благодатскому массиву, как это показано на рис. 4. При этом Благодатский и Пышминско-Березовский массивы выглядят как дуговые составляющие Первомайской структуры и, согласно имеющимся данным, могут представлять собой валообразные выходы единой (Первомайско-Березовской) базит-гипербазитовой тектонической пластины. В таком случае ШВС оказывается наложенной на структуры Верхисетского разлома и на западную часть Пышминско-Березовского массива, смещая их, соответственно, на запад и на север. Таким образом, современный изгиб западной части Пышминско-Березовского массива на север можно объяснить ее деформацией и перемещением под действием центробежных усилий при образовании ШВС. Амплитуда этих перемещений могла достигать 4 - 6 км. Сказанное с достаточной определенностью “вычитывается” из геологической карты ([14], В.Ф. Копанев и др., 1999) и геологического разреза (см. рис. 3).

3. Некоторые металлогенические следствия

Березовское рудное поле считается типичным и во многом оригинальным представителем золоторудных объектов, сопряженных с крупными массивами тоналит-гранодиоритовой формации, которые, с этой точки зрения, являются главными источниками рудоносных гидротерм [18 и др.]. Допускается, что какая-то часть из них могла поступать из вмещающих пород.

По мнению Б.Я. Вихтера [4], Березовское месторождение является результатом реализации “в целом наиболее благоприятной позиции для рудоконцентрации” (с. 48), которая определяется созданием термостатической обстановки в рудоносной среде, а именно: 1) куполовидной структурой, состоящей из пакета тектонических пластин; 2) рудоносной толщей, состоящей из относительно тонкообломочной туфогенно-вулканогенной существенно ультрабазит-базитовой массы; 3) **рудообразующими** (выделено нами - Г.К., Д.Д.) гранитоидами Шарташского массива, находящимися в ядре куполовидной структуры и имеющими благоприятную морфологию для создания сфокусированного термофлюидопотока.

Однако на примере Березовского месторождения можно представить совершенно иную модель рудообразования. Прежде всего, находит объяснение проявление системы золотоносных “лестничных” и “красичных” жил. По имеющимся данным [2, 14, 18 и др.], те и другие имеют преимущественно субширотную ориентировку и крутое

падение на юг. Это согласуется с ориентировкой концентрических элементов ШВС в этой ее части и соответствует направлению центробежных усилий из ее центра, снятие которых приводит к своеобразному “коллапсу” и раскрытию образующихся разрывов, заполняемых кварцем.

Согласно [18 и др.], промышленное золотое оруденение локализовано на северном фланге БДП, на участке его пересечения с базит-гипербазитами Пышминско-Березовского массива. Преимущественно в них же локализованы два других проявления золота за пределами БДП: Шульгинское на западе и Пышма Гора на востоке. К югу на продолжении дайкового поля значимые концентрации золота практически отсутствуют, хотя количество даек здесь максимально.

Таким образом, совершенно очевидно, что золотое оруденение Березовского “куста” пространственно связано с базит-гипербазитами Пышминско-Березовского массива, но максимально проявлено на участке его пересечения с БДП. Сходные соотношения имеют место в Благодатском и Первомайском массивах (см. рис. 4): золотопоявления локализованы здесь среди базит-гипербазитов вблизи тел гранитоид-порфиоров. При этом следует обратить внимание на то, что золотое оруденение фиксируется в базит-гипербазитах только Первомайской структуры, вернее, Первомайско-Березовской тектонической пластины. В гипербазитах внутренней части ШВС, которые можно отнести к реликтам “Шарташского” космического ударника, золотое оруденение практически отсутствует.

Отсюда следует, что источником золота как в Березовском месторождении, так и в других объектах Первомайской структуры являются не гранитоиды, а гипербазиты, из которых металл каким-то образом экстрагируется и концентрируется на участках проявления кремнекислых пород, давая парагенезисы с кварцем. Отсюда же следует, что кремнекислые породы и кварц, вероятнее всего, создают благоприятную среду для локализации золотого оруденения и, возможно, оказывают каталитическое воздействие на этот процесс. Сказанное находится в согласии с выводами Г.А. Вострокнута и М.С. Рапопорта [6], которые обращают внимание на значение катализа в процессах образования месторождений полезных ископаемых и приводят данные И.И. Бока о существовании общей универсальной закономерности – особой активности процессов, идущих на границе раздела разных сред.

С этой точки зрения обращает на себя внимание парагенезис золота с кварцем: согласно имеющимся данным (Щербаков, Пережогин, 1968), кварц отличается минимальными (0,0017 г/т) концентрациями золота, максимальные содержания последнего (1,15 г/т) характерны для железных метеоритов. Поэтому золото-кварцевая минераль-

ная ассоциация представляется парадоксальной, а ее существование можно объяснить каталитическими свойствами кремнекислой среды, согласно [6 и др.].

Обращает на себя внимание также общая концентрация золота вблизи современной поверхности, свойственная не только Березовскому, но и всем другим месторождениям и проявлениям Среднего Урала и других регионов: общеизвестно, что содержания золота в рудных объектах быстро падают с глубиной. Обычно приуроченность максимальных концентраций золота к верхним горизонтам рудовмещающего разреза объясняется процессами вторичного обогащения в зоне окисления. Однако с импактной точки зрения, эту закономерность можно объяснить процессом возгонки металла в условиях ударной деструкции и высоких остаточных температур, с последующим его перераспределением в каталитических кремнекислых “ловушках”.

Вместе с тем, в этих условиях должна возникать система высоконагретых гидротермальных растворов за счет взаимодействия метеорных вод с сильно нагретым веществом ([10], по данным В.Л. Масайтиса, 1984). Циркуляция гидротермальных растворов должна обеспечивать дальнейшее перераспределение рудного вещества и проявление метасоматических преобразований пород. Действие этой гидротермальной системы должно происходить в направлении сверху вниз при снижающихся термодинамических параметрах, главным образом, температуры, с последующим возникновением встречных потоков. По мнению Г.Н. Кузовкова, упомянутыми условиями можно объяснить как структурно-геологические особенности ШВС, так и всю гамму преобразований вещества внутри нее, приводящих к возникновению промышленных концентраций золота.

З а к л ю ч е н и е

В заключение отметим, что указанные закономерности нельзя рассматривать как универсальные. Их можно распространить лишь на объекты, подобные ШВС и Первомайской структуре. В структурах, подобных Каменской [12], либо Верхисетской [10], хотя и фиксируется золотоносность типа Березовских “каталитических кремнекислых ловушек” (золото-кварцевые жилы), но отсутствует такой очевидный источник металла, как базит-гипербазиты. И хотя, по данным [12], распределение золотого оруденения в Каменской структуре (Маминское рудное поле) явно контролируется ее радиально-концентрическими элементами, проблема источника металла остается нерешенной и требует специального рассмотрения.

Авторы благодарят профессора, доктора геолого-минералогических наук М.С. Рапопорта и доктора геолого-минерало-

гических наук Е.С. Контаря за помощь в подготовке настоящей публикации.

Литература

- 1. Арсеньев В.А., Корчуганова Н.И.** Вихревые структуры континентов: новые аспекты строения, условий образования, металлогенического значения (на примере юго-восточной части Канадского щита)// Известия ВУЗов. Геология и разведка, 2000, № 4, с. 134 - 138.
- 2. Бородаевская Н.И., Бородаевский М.Б.** Березовское рудное поле. М.: Металлургиздат, 1947, 264 с.
- 3. Буш В.А.** Проблемы кольцевых структур Земли. Итоги науки и техники. Общая геология. Т. 22. М.: ВИНТИ, 1986, 116 с.
- 4. Вихтер Б.Я.** Некоторые особенности тектонического строения и металлогении золота Среднего Урала// Геология и минерально-сырьевые ресурсы Европейской части России и Урала. Материалы региональной конференции. Екатеринбург: изд-во АО “УГСЭ”, 2000, кн. 2, с. 47 - 48.
- 5. Вишневский С.А., Поспелова Л.Н.** Импактный анатексис на примере ударно-метаморфизованных гнейсов Попигойской астроблемы // Космическое вещество и Земля. Новосибирск: Наука, 1986, с. 117 - 131.
- 6. Вострокнутов Г.А., Рапопорт М.С.** Значение катализа в процессах образования месторождений полезных ископаемых// Отечественная геология, 1999, № 1, с. 46 - 48.
- 7. Геология астроблем/** Отв. ред. В.Л.Масайтис. - Л.: Наука, 1980, 191 с.
- 8. Зейлик Б.С.** О происхождении дугообразных и кольцевых структур на Земле и других планетах (Ударно-взрывная тектоника). Обзор. Общ. И регион. Геол. И геол. Картир. М.: ВИЭМС, 1978, 55 с.
- 9. Кац Я.Г., Козлов В.В., Полетаев А.И. И др.** Кольцевые структуры Земли: миф или реальность? М.: Наука, 1989.
- 10. Кузовков Г.Н.** Ударно-взрывная гипотеза происхождения Урала (Приложение механизма ударно-взрывного процесса к объяснению геологических явлений). Екатеринбург: изд-во УГГГА, 1998, 378с.
- 11. Кузовков Г.Н.** Кольцевые структуры Ключевского массива (Средний Урал)// Уральский геологический журнал, 1999, №5, с.51-55.
- 12. Кузовков Г.Н.** Каменская кольцевая структура - астроблема (?) на Среднем Урале// Уральский геологический журнал, 2001, № 1, с. 109 - 120.
- 13. Кузовков Г.Н.** О геологической природе ураноносных бассейнов // Руды и металлы, 2001, № 1, с. 109 – 120.

14. Кузовков Г.Н., Двоглазов Д.А., Вагшаль Д.С. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000. Серия Среднеуральская. Лист О-41-XXV Объяснительная записка. Свердловск: УГСЭ, 1987, 167 с.

15. Ли Сы-Гуан. Вихревые и другие структуры вращения и проблемы сочетания тектонических систем. М.: Госгеолтехиздат, 1960, 120 с.

16. Мелощ Г. Образование ударных кратеров: геологический процесс. М.: Мир, 1994, 336 с.

17. Поляков В.Л., Супруновский Г.П. Плутонно-дренажные структуры: геолого-металлогенические аспекты// Уральский геологический журнал, 1999, № 4, с. 31- 49.

18. Сазонов В.Н., Огородников В.Н., Коротеев В.А., Поленов Ю.А. Месторождения золота Урала. Екатеринбург: УГГГА, 1999. 570 с.

19. Слензак О.И. Вихревые системы литосферы и структуры докембрия. Киев: Наукова Думка, 1972, 181 с.

20. Структурный анализ при палеогеодинамических реконструкциях. М.: Роскомнедра, Госкомнедра Украины, Геокарт, МАНПО, 1999, 256 с.

21. Хоментовский В.В. Геологическое строение и история развития Восточно-Уральского антиклинория на Среднем Урале. Тр. Гин АН СССР, вып. 7. М., 1958, 67 с.

22. Чурилин М.А. Спиральные системы тектонических структур и некоторые приемы их выявления. Тектоника Сибири. Новосибирск: Наука, 1980.

23. Tectonic Map of the Linear Structures of the Territory of China (by Using of the Satellite Images). Sc. 1:6000000. Comp. by Yu Zhihong, Lin Zhongping, Wan Defang, Fu Zijie."Ch. Ac. of Geol. Sci. Cart. Publ. House", 1981, 1 sh.