

## ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ КОЧКАРСКОГО ЗОЛОТО- МЫШЬЯКОВОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

В. М. ЯНОВСКИЙ (ЦНИГРИ)

Кочкарское рудное поле в структурном отношении обычно рассматривается в качестве трещинной структуры, где сульфидно-кварцевые и кварцевые жилы выполняют несколько сопряженных систем трещин скалывания и отрыва в массиве гранитоидов.

Изучение глубоких горизонтов месторождения в интервале 200—350 м по горным выработкам и до глубин 800—900 м по скважинам, проведенное автором в 1962—1966 годах, позволило выделить в структуре месторождения два новых элемента, во многом определяющих размещение золотого оруденения: брахиантиклинальные складки, образующие гранито-гнейсовый ярус в Пластовском массиве плагиогранитов, имеющих в значительной мере метасоматическое и палингенное происхождение, а также тектонические блоки в северной части массива, образовавшиеся в предрудный и рудный этапы деформаций.

В пределах промышленной части месторождения сочетаются разновозрастные системы разрывов, дайки, элементы брахиантиклинальных складок и тектонические блоки. Тектоническим блокам принадлежит главная роль в локализации золотого оруденения, ими определяется размещение рудных сульфидно-кварцевых жил и продуктивных минеральных ассоциаций в определенных участках месторождения. Это дает основание рассматривать структуру Кочкарского месторождения как блоковую, несмотря на присутствие и других деформационных элементов.

Пластовский массив плагиогранитов (площадь массива 150 км<sup>2</sup>) занимает основную часть крупного регионального блока. Закономерное пространственное положение грубополосчатых плагиогранитов и гранито-гнейсов, образующих в Пластовском массиве крупные брахискладки (с размахом крыльев до 2,5—3 км), а также часто наблюдающиеся в горных выработках постепенные переходы от гранито-гнейсов к полосчатым, а затем к массивным плагиогранитам, и особенности минерального состава и химизма пород свидетельствуют о существенной роли процесса гранитизации в образовании массива [3, 4]. Массив в структурном отношении, несколько условно, можно разделить на два яруса: ярус брахиморфных складок, образованных в различной степени гранитизированными породами, и ярус, представленный массивными, в значительной части палингенными плагиогранитами. Ранние дайки плагио-

гранитного состава имеют четкие секущие соотношения с полосчатыми породами; эти соотношения свидетельствуют об образовании массива в условиях пластической деформации, которая завершилась ко времени внедрения даек плагиогранит-аплитов, плагиогранит-пегматитов и жильных плагиогранитов.

В истории образования Кочкарского месторождения нами рассматриваются пять этапов деформаций в развитии его сложной структуры: додайковый, дайковый, предрудный, рудный, послерудный, различающиеся по условиям деформаций, преобладающему типу деформационных элементов и другим признакам (см. схему).

К додайковому этапу деформаций относятся пликативные дислокации, усложнившие брахискладчатую структуру гнейсово-сланцевых толщ и сопровождающие становление синорогенного массива плагиогранитов до времени консолидации массива, а также разрывы, предшествующие внедрению ранних даек, выполненные жильными плагиогранитами, плагиогранит-аплитами, плагиогранит-пегматитами.

Следующий дайковый этап соответствует во времени внедрению различных по составу групп даек от фельзитов и кварцевых порфиров до диабазов [1, 2], преобразованных на рудном поле в так называемые табашки. На основании структурных данных о дайках табашек допущается, что образование дайкового каркаса, предшествующего оруденению, проходило в две складки.

Предрудный этап формирования структуры — это этап образования систем рудоконтролирующих разрывов и группы параллелепедальных блоков. С этим этапом связано широкое проявление метасоматических комплексов: эпидот-амфиболового, биотитового, полевошпатово-биотитового состава по дайкам и грейзенового типа по плагиогранитам и гранито-гнейсам. Этап завершается образованием высокотемпературных кварц-полевошпатовых и кварцевых жил дорудной формации. Своеобразие предрудного этапа на Кочкарском рудном поле заключается в образовании специфических структур — блоков и в максимальном проявлении гидротермального метасоматоза.

Рудный этап деформации характеризуется дальнейшим развитием (активизацией) системы предрудных блоков; разрывы, ограничивающие блоки, определяют положение и морфологические черты трещин рудного времени. Гидротермальный процесс проявляется образованием последовательной серии минеральных ассоциаций, составляющих группу сульфидно-кварцевых жил рудной формации.

В послерудный этап деформации развиваются относительно пологие надвиги и сбросы, в очень малой мере наследующие ранние элементы структуры, в том числе и блоки.

Основные рудные тела месторождения расположены в пределах двух крупных брахиантиклинальных складок. Ширина зон гранито-гнейсов в крыльях брахиструктур, вскрытых горными выработками, составляет до 250—500 м. Крылья брахиструктур погружаются под углами 40—60° к западу и востоку, а периклинали осложнены дополнительными складками небольших размеров с пологими (15—20°) углами падения полосчатых пород. Влияние пликативных форм на последующее развитие структуры выразилось в преимущественном размещении ранних даек плагиогранитного состава в гранито-гнейсовом ярусе массива, где эти дайки выполняют разрывы, сопряженные со складками. С анизотропией пород верхнего яруса массива связано образование систем мелких разрывов, усложняющих формы даек и некоторых рудных жил, имеющих сравнительно простые формы в массивных плагиогранитах.

В следующий этап деформации, дайковый, образуются дайки со-

СХЕМА РАЗВИТИЯ СТРУКТУРЫ КОЧКАРСКОГО РУДНОГО ПОЛЯ

Схемы взаимоотношений основных элементов структуры	Пространственное положение осей напряжений	Характеристика этапов формирования структуры	Основные элементы структуры рудного поля
ДОДАЙКОВЫЙ		<p>Образование серии брахиантиклинальных складок. Становление синогенного массива плагиогранитов (период пластической деформации).</p>	<p>1. Серия брахиантиклинальных складок.</p>
		<p>Образование разрывов, сопряженных со складками (период хрупкой деформации). Дайки I этапа: плагиогранит-аплиты, плагиограниты.</p>	<p>1. Трещины скальвания СВ и СЗ пр. 2. Широтные крутопадающие трещины отрыва. 3. Пологие надвиги меридионального пр. 4. Меридиональные крутопадающие трещины.</p>
ДАЙКОВЫЙ		<p>Системы додайковых разрывов. Преимущественное унаследованное развитие системы СЗ и меридиональными разломами. Ранние дайки табашек.</p>	<p>1. Трещины скальвания СЗ пр., ограничивающие крупные додайковые блоки. 2. Трещины скальвания ВСВ пр. (чаще кулисы правого ряда). 3. Субширотные крутопадающие трещины отрыва.</p>
		<p>Активизация додайковых блоков. Образование внутриблоковых зон сгущения разрывов ВСВ пр. Системы опережающих разрывов. Поздние дайки табашек.</p>	<p>1. Широтные крутопадающие трещины скальвания. 2. Редкие меридиональные крутопадающие трещины скальвания. 3. Редкие трещины отрыва СВ простирания.</p>
ПРЕДУДНЫЙ		<p>Заложение системы предрудных блоков, ограниченных разрывами ВСВ и меридионального прост. Высокотемпературный гидротермальный метаморфизм в ослабленных зонах. Формация дорудных кварц-полевошпатовых и кварцевых жил.</p>	<p>1. Трещины скальвания ВСВ прост. 2. Трещины скальвания ЗСЗ пр. (фрагментарные разрывы, группы кулис левого ряда). 3. Широтные крутопадающие трещины отрыва. 4. Меридиональные пологие и крутопадающие трещины скальвания.</p>
		<p>Активизация предрудных блоков. Подновление разрывов в зонах ВСВ пр. Системы опережающих разрывов. Околорудный гидротермальный метаморфизм. Формация рудных сульфидно-кварцевых жил.</p>	<p>1. Трещины скальвания ВСВ пр. 2. Широтные крутопадающие трещины скальвания. 3. Подновление меридиональной и ЗСЗ систем ранних разрывов.</p>
РУДНЫЙ		<p>Системы наложенных разрывов, подновление ранних элементов структуры. Формация послерудных кварцевых и кварц-карбонатных жил.</p>	<p>1. Трещины скальвания СВ и СЗ пр. (пологие сбросы и надвиги). 2. Субширотные надвиги. 3. Подновление ранних разрывов.</p>

става от фельзитов и кварцевых порфиров до диабазов. Дайки восток-северо-восточного, широтного и редкие дайки северо-западного и субмеридионального простираний образуют каркас, предопределяющий положение значительной части последующих разрывов. Системы даек образуют несколько зон сгущения шириной до 30—40 м. Морфология даек (прямолинейные и плавно изгибающиеся контакты, постепенные выклинивания), рисунок разрывов и характер сопряжения восток-северо-восточного и широтного простирания даек свидетельствует о сколовой природе большинства разрывов, выполненных дайками.

В пределах массива плагиогранитов выделяются три крупных блока преддайкового заложения, разделенных крутопадающими протяженными разломами СЗ простирания. Механизм образования дайкового каркаса представляется многоактным: ранняя стадия — развитие крупных разломов, ограничивающих блоки и выполненных ранними дайками, а последующая стадия — развитие разрывов внутри блоков и их выполнение поздними дайками.

Предрудный этап — это этап образования последайковых разрывов и заложения серии параллелепипедальных блоков в структуре месторождения.

На горизонте 300 м в пределах Северного и Южного рудников выделены девять блоков, ограниченных разрывами ВСВ и субмеридионального простираний. Возраст этих деформационных элементов определяется по отношению к дайкам и к рудным сульфидно-кварцевым жилам, а синхронность движений по ограничивающим блокам разрывам — по околотрещинным метасоматитам, соответствующим стадии дорудных кварцево-полевошпатовых жил, а в некоторых случаях и по гидротермальным продуктам рудного этапа (сульфидной минерализации, кварцевым и сульфидно-кварцевым рудным жилам).

Комплекс околотрещинных гидротермальных изменений: грейзенизация, березитизация, турмалинизация, окварцевание, актинолитизация максимально проявлены в зонах разломов предрудного заложения, ограничивающих блоки. Часто разрывы-ограничители сопровождаются жилами дорудного и рудного кварца. Пересечения и перемещения даек этими разрывами и их соотношения с рудными жилами, которые занимают положение оперяющих к зонам ВСВ простирания и ограничиваются субмеридиональными, все эти факты определенно свидетельствуют о времени заложения и развития блоков.

К разрывам собственно предрудного этапа относятся протяженные зоны расланцевания, брекчирования и милонитизации пород ВСВ (аз. пр. 60—70°, падение юго-восточное, угол 60—85°) и ЗСЗ простираний (аз. пр. 105—110°, падение северо-восточное, редко юго-западное, угол падения 85—90°). Трещины скалывания типа пологих сдвигов и крутопадающих сбросов и взбросов меридионального простирания проявлены слабее. Наиболее крупные разломы предрудного этапа — это система сколов восток-северо-восточного простирания, повторяющая в общих чертах положение зон сгущения даек, вторая система разломов — субмеридиональная — не зависит от положения даек. Таким образом, блоки, заложившиеся в предрудный этап, являются частично унаследованным элементом в структуре месторождения. Условия деформации и различия в степени унаследованности предшествующих элементов предрудными разрывами выразились в том, что разломы восток-северо-восточного простирания проявились как крупные протяженные (до 3—4 км) зоны сланцев милонитов, брекчий, тогда как другие системы разрывов предрудного возраста развиты фрагментарно. Данные об амплитудах относительного смещения стенок предрудных разрывов немногочисленные; судя по наблюдавшимся смещениям даек

и по суммарной мощности отрывных оперяющих жил, сопровождающих ВСВ нарушения, горизонтальная составляющая достигла нескольких десятков метров.

Рудный этап деформации характеризуется дальнейшим развитием блоков (активизацией системы блоков). В это время образуется последовательная серия минеральных ассоциаций: арсенопирит-кварцевая и кварц-пиритовая, сфалерит-халькопирит-пирротиновая, золото-тетрадимитовая, и позднерудная кварц-карбонат-галенитовая, слагающие рудные сульфидно-кварцевые жилы. В рудный этап вблизи и в зонах разломов — ограничителей блоков, выделяющихся по максимальному развитию дорудных минеральных ассоциаций, отлагаются минеральные ассоциации рудной стадии, но характер размещения этих ассоциаций в смежных блоках различен. Относительные перемещения блоков представляют собой левые взбросо-сдвиги по разломам ВСВ простирания (в предыдущий, предрудный этап перемещения в этой системе — правый сбросо-сдвиг), при малоамплитудных перемещениях блоков по меридиональным разломам-ограничителям.

В виде пучков, серий кулисных или четковидных разрывов сколового типа внутри блоков располагаются разрывы собственно рудного времени. Это системы крутопадающих субширотного, ВСВ и ЗСЗ простираний разрывов, отчасти занимающих унаследованное положение (подновления второстепенных разрывов предрудного возраста и контактов даек), отчасти пересекающих ранние элементы и имеющих характер наложенных трещин.

Сульфидно-кварцевые жилы (как правило, протяженностью в сотни метров при мощности в первые десятки см) закономерно располагаются внутри блоков, занимая положение оперяющих трещин к ВСВ разрывам-ограничителям. Количество, положение и некоторые морфологические черты жил в смежных блоках различны.

Субмеридиональная система разрывов-ограничителей не сопровождается трещинами оперения рудного времени, выступая в роли поперечных ограничивающих структур к сульфидно-кварцевым рудным жилам. Вблизи этих ограничителей в пределах  $30-40^\circ$  изменяются простирания и углы падения рудовмещающих разрывов, затухают у ограничителя или, наоборот, резко увеличиваются в мощности рудовмещающие зоны расланцевания (например, жилы Успенская, Елизаветинская, Параллельные, Юж. Александровская).

Кроме неоднородностей, связанных с различиями в положении даек и гранито-гнейсовых «пачек» в смежных блоках, на размещении разрывов рудного времени и их интратрудном подновлении сказывается относительное перемещение блоков по разрывам-ограничителям в рудный этап деформации.

Несмотря на одинаковый набор жил и минеральных ассоциаций во всех изученных нами блоках, существует определенная индивидуализация блоков в рудный этап. Смежные блоки, имеющие общие ограничивающие разрывы, отличаются по количеству сульфидно-кварцевых жил, по преобладанию систем разрывов — широтных или восточно-северо-восточных (например, блоки шх. № 82, 116, Фланговой и др., горизонты 300, 350, 242 м). Сближенные субширотные жилы имеют нередко в одном блоке северное, а в другом южное падение (шх. Центр, горизонты 185 и 225 м). Блоки шахт К. Маркса, № 116 и Фланговая относительно равномерно насыщены разрывами рудного возраста, тогда как другие блоки отличаются концентрацией разрывов в краевых частях у разломов-ограничителей. Различия в движениях блоков в интратрудное время приводят к асимметричному распределению последовательных минеральных комплексов относительно разрывов-ограни-

чителей: например, жилы всех систем восточнее меридионального разлома-ограничителя у шх. Центр содержат минералы сфалерит-халькопирит-пирротиновой ассоциации, а западнее этого разлома не содержат. Подобные соотношения участков интравудного подновления разрывов с ограничителями блоков характерны для всего месторождения; смежные блоки различаются либо по набору последовательных минеральных ассоциаций, либо по их содержанию в рудах. В группе блоков выделяются блоки шх. К. Маркса, 116 и Фланговой, относительно равномерно насыщенные минералами продуктивных ассоциаций (горизонты от 190 до 350 м, глубокие скважины — интервалы 700—1000 м) и блоки, в которых эти ассоциации концентрируются непосредственно у разрывов-ограничителей.

В послерудный этап деформации развиваются относительно пологие (углы падения 30—40°) надвиги и сбросы северо-восточного и северо-западного простирания, в очень малой мере наследующие ранние элементы структуры, в том числе и разрывы, ограничивающие блоки; фрагментарно подновляются рудные и предрудные разрывы, образуются послерудные кварцевые и кварц-карбонатные жилы. Крупные послерудные разрывы состоят из нескольких субпараллельных ветвей, представленных брекчиями, милонитами, тектонической глиной, содержащей обломки кварца и сульфидов. Амплитуды перемещений по послерудным разрывам не превышают 15—20 м (например, разрывы по жилам Покровской, Успенской, Сретенской, Александровской). Из изложенного следует, что в процессе образования структуры значительная часть деформационных элементов развивается унаследованно, этапы заложения и этапы активизации блоков различаются по ориентировке полей напряжений, причем этапам активизации блоков соответствует формирование новых систем разрывов внутри тектонических блоков. Таким образом, главные особенности структуры Кочкарского рудного поля сводятся к следующему.

1. Рудовмещающий Пластовский массив плагиоклазовых гранитов имеет двухъярусное строение: верхний ярус брахиформных складок, сложенных в различной степени гранитизированными породами; нижний ярус сравнительно однородных массивных плагиогранитов, располагающихся в ядрах брахиструктур. Рудные тела располагаются в массиве плагиогранитов в пределах двух брахиантиклинальных складок.

Связи разрывных и складчатых форм выразились в закономерном расположении разрывов, выполненных дайками плагиогранитов, плагиогранит-аплитов, плагиогранит-пегматитов, а также вероятно, в положении разрывов, ограничивающих крупные преддайковые блоки. В рудный этап деформации влияние гранито-гнейсового яруса проявилось в пространственном положении арсенопирит-кварцевой ассоциации.

2. Структура месторождения определяется сочетанием складчатых форм в гранито-гнейсах и метасоматических плагиогранитах и дайкового каркаса с системой тектонических блоков, сформировавшихся позднее. Дайки пород пестрого состава, преобразованные в табашки в виде серий кулис и параллельных даек, часто разветвляющихся, включающих линзы и пластины пород массива, в пределах месторождения образуют каркас, предопределяющий положение значительной части последующих разрывов.

3. Система блоков является элементом структуры, синхронным главным стадиям гидротермального процесса, предрудной и рудной. Учитывая, что главную роль в локализации оруденения играют блоки, структуру месторождения следует называть блоковой. Развитием бло-

ков определяются положение, концентрация разрывов рудного времени и морфологические черты рудных тел.

В интратрудное время последовательно образуются четыре минеральных ассоциации с различной золотоносностью, от совмещения которых зависит промышленная ценность руд: арсенопиритово-кварцевая ассоциация, кварцево-пиритовая, халькопирит-сфалерит-пирротиновая и золото-тетрадимитовая.

В размещении трех последних продуктивных на золото минеральных ассоциаций обнаруживаются отчетливые пространственные связи участков интратрудного подновления рудовмещающих разрывов с разрывами, ограничивающими блоки. Подвижки блоков в рудный этап явились основной структурной причиной неравномерного распределения золота в жилах Кочкарского месторождения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бородаевский Н. И. Кочкарское золоторудное месторождение. В сб.: «Геология главнейших золоторудных месторождений СССР», т. 3, 1952.
2. Бородаевский Н. И. и др. Новые данные о жильных породах и табашках Кочкарского рудного поля в связи с вопросами их генезиса и классификации. Второе Уральское петрографическое совещание. Тезисы, Свердловск, 1966.
3. Яновский В. М. Типоморфизм плагиоклазовых гранитов Пластовского массива на Южном Урале. Второе Уральское петрографическое совещание. Тез. докладов, Свердловск, УФАИ СССР, УГУ, 1966.
4. Яновский В. М., Туголесов Л. Д. Особенности состава и строения Пластовского массива плагиогранитов (Кочкарское рудное поле). Сов. геология, № 5, 1967 г.