
doi: <https://doi.org/10.15407/dopovidi2016.12.065>

УДК 551.243 : 553.3 (477.62)

Н.Н. Шаталов

Институт геологических наук НАН Украины, Киев

E-mail: geoj@bigmir.net

Тектоника Сурожского рудного узла Приазовья

(Представлено академиком НАН Украины Е.Ф. Шнюковым)

Приведены результаты исследования крупного Сурожского рудоносного узла, расположенного в Сорокинской грабен-синклинали Приазовского мегаблока Украинского щита. Определены закономерности разломно-блоковой тектоники и ее роль в формировании рудного узла. Охарактеризована Сорокинская грабен-синклиналь и другие разломные зоны ортогональной и диагональной систем и их значение в локализации уникального Сурожского золоторудного месторождения. Исследованы особенности проявленного магматизма, метасоматоза, минерало- и рудогенеза.

Ключевые слова: *тектоника, разломы, геоблоки, грабен-синклиналь, дайки, метасоматиты, золото, месторождение.*

В Сурожский рудный узел входит уникальное одноименное золоторудное месторождение [1–10], расположенное в долине р. Берда, вблизи Бердянского водохранилища, в 30 км севернее г. Бердянск. В тектоническом плане оно приурочено к западной части Приазовского мегаблока Украинского щита (УЩ). Сурожское месторождение обнаружено в центральной части древней докембрийской структуры, которая в геологическую литературу вошла под названиями: *Сорокинская грабен-синклиналь; Сорокинская разломная тектоническая зона; Сорокинская зеленокаменная структура*. Этот оригинальный геотектоген является тектонической границей двух более крупных, разновозрастных плекативных докембрийских структур Приазовья — Мангушского синклинория и Салтычанского антиклинория, в центральной части которого выделяется одноименный купол [1]. Эта структура интерпретируется так же, как глубинная линейная зона рифтогенеза, заложенная в архее (более 3,3 млрд лет) на гранулитогнейсовом основании докембрия. В плане это узкая и локальная полоса супракрустальных докембрийских образований протяженностью 35–40 км при максимальной ширине (“в раздувах”) до 2 км. Грабен-синклиналь от пород “рамы” отчленена субпараллельными глубинными разломами, имеет северо-западное (320–330°) простирание и крутое (75–85°) юго-западное падение. В своей северной части простирание струк-



Рис. 1. Объемная модель Сурожского участка Сорокинской троговой структуры Западно-Приазовского геоблока Украинского щита [4]. 1 – метабазиты; 2 – метаяльтрабазиты; 3 – верхняя метабазитовая часть; 4 – метаконгломераты, песчаники, глиноземистые сланцы; 5 – лавово-субвулканические образования сурожской свиты; 6 – габбиссальные образования; 7 – интрузивные плагиогранитоиды шевченковского комплекса; 8 – граниты двухполевошпатовые; 9 – контакты и структурные линии

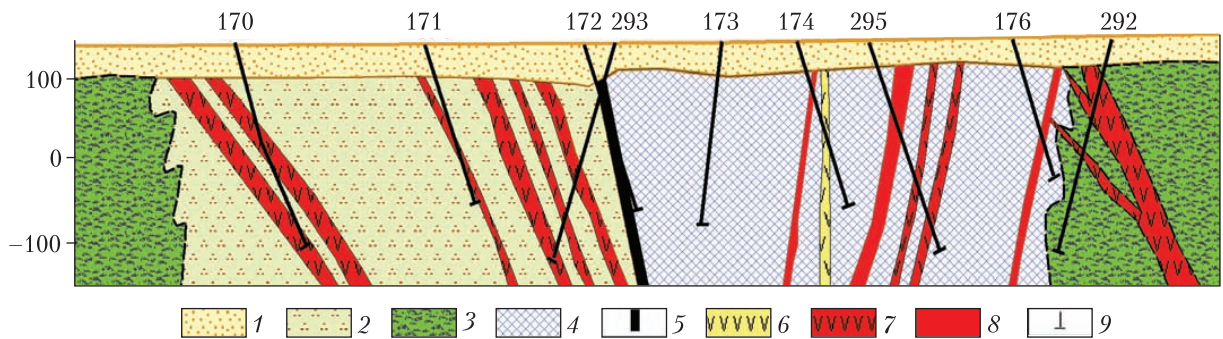


Рис. 2. Геологический разрез в крест простирания Сорокинской троговой структуры. Составлен автором по материалам Артемовской ГРЭ (Н.Ф. Русаков и др., 1981). 1 – осадочные породы; 2 – гнейсы и мигматиты центральноприазовской серии; 3 – гнейсы и мигматиты западноприазовской серии архея; 4 – породы осипенковской свиты; 5 – метабазиты; 6 – дайки долеритов; 7 – жилы пегматитов; 8 – метасоматиты; 9 – буровые скважины и их номера

туры изменятся с северо-западного на субширотное – здесь образуется её коленообразный изгиб. Уровень эрозионного среза в границах структуры может достигать 5–7 км. Таким образом, от крупного щелеподобного, ровообразного прогиба-шва к настоящему времени сохранились лишь его глубинные части (рис. 1).

Сорокинская грабен-синклинали неоднократно оживлялась [5–8]. Об этом свидетельствуют многочисленные преимущественно согласные дайки, зоны смятия, катаклаза и милонитизации (рис. 2). Кроме продольных разломных тектонических зон здесь наблюдаются также поперечные (северо-восточные) и секущие (субмеридиональные и субширотные) разломы. Системами ортогональных и диагональных разломов грабен-синклинали расчленена на отдельные мелкие геоблоки (Андреевский, Сорокинский, Осипенковский, Садовый), которые испытали перемещения по латерали и в вертикальном направлении. В связи с этим она приобрела своеобразную “клавишную” структуру, где на уровень современного эрозионного среза выведены горнопородные комплексы разного уровня глубинности (плотности). Такое блоковое строение является основой нетипичности его аномального гравитационного и магнитного полей [2]. В направлении с северо-запада на юго-восток глубина

эрозионного среза в пределах грабен-синклинали заметно уменьшается, что отражается не только на составе метаморфических пород различных её участков, но и на степени их метаморфизма. Так, в пределах Андреевской магнитной аномалии, приуроченной к наиболее приподнятому блоку, установлены реликты образований гранулитовой фации, а в юго-восточной части на Садовом участке (опущенный геоблок) выявлен наиболее полный разрез слабо метаморфизованных пород (эпидот-амфиболитовая фация). Промежуточное положение занимает геоблок, к которому приурочено Сурожское месторождение. Здесь широко развиты диафториты по породам амфиболитовой фации [2].

Мощность слагающих грабен-синклиналь пород составляет около 1,2 км. В современных стратиграфических схемах они расчленены на нижне- и верхнеосипенковскую свиты, отвечающие соответственно архею и палеопротерозою. Мощность нижней “зеленокаменной” свиты достигает 700 м. Сложена она амфиболитами, зелеными сланцами, метаультрабазами, железистыми кварцитами и прорвана многочисленными, метаморфизованными дайками ультрабазит-базитового и кислого состава. В северо-восточном крыле грабен-синклинали в разрезе нижнеосипенковской свиты широко развиты высокоглиноземистые и двуслюдяные гнейсы. Архейский возраст нижнеосипенковской свиты обосновывается геолого-структурными данными и датировками по цирконам из осипенковских гранодиоритов и кварцевых порфиров — 2,80 и 2,66 млрд лет [1, 2, 10].

Верхнеосипенковская свита мощностью около 500 м сложена в основном терригенными образованиями и прорвана дайками лампрофиров, диабазов и более молодых долеритов [5–9]. На обнаженных участках грабен-синклинали по р. Берда можно проследить её ритмичное строение: чередование двуслюдяных гнейсов или сланцев с высокоглиноземистыми гнейсами и сланцами. В южной части Сорокинской грабен-синклинали на породах нижне- и верхнеосипенковской свит, залегает маломощная (около 200 м) седиментогенная толща, включающая в себя мраморы и сланцы — “садовая свита”. В сланцах свиты определили комплекс микрофитофоссилий, характерный для пород железорудной гданцевской свиты Кривого Рога, относящихся к палеопротерозою.

Характерной особенностью развитых в границах Сорокинской грабен-синклинали нижне- и верхнеосипенковской свит и, особенно, “садовой толщи” является обилие даек различного состава и возраста, свидетельствующих об определенных этапах тектоно-магматической активизации и деструкции земной коры [5–9].

Сурожское месторождение было открыто в 1993–1996 гг. 47-й ГПП Казенного предприятия (КП) “Кировгеология” по рекомендациям сотрудников НАН Украины — Г.Л. Кравченко и Н.Н. Шаталова (Протокол НТС КП “Кировгеология” № 55 от 1992 г.). В 1993 г. по балке Собачья бульдозерами были вскрыты верхние части рудоносных тел, а буровыми скважинами — более глубинные их участки. В последующие два года на месторождении было проведено глубокое колонковое бурение, выполнены лабораторные исследования и произведен подсчет запасов. Открытие данного месторождения осуществлено благодаря сотрудничеству ученых-геологов НАН Украины и геологов-производственников КП “Кировгеология”. Первооткрывателями Сурожского золоторудного месторождения, следовательно, должны быть признаны Г.Л. Кравченко (Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семененко НАН Украины), Н.Н. Шаталов (Институт геологических наук НАН Украины) А.Х. Бакаржиев, Н.А. Билых и А.А. Лысенко (ГПП КП “Кировгеология”).

В тектоническом плане месторождение приурочено к южному борту Сорокинской грабен-синклинали. За счет субширотных и северо-восточных разломных зон в участке, где

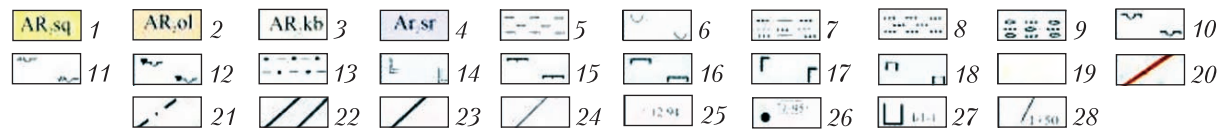
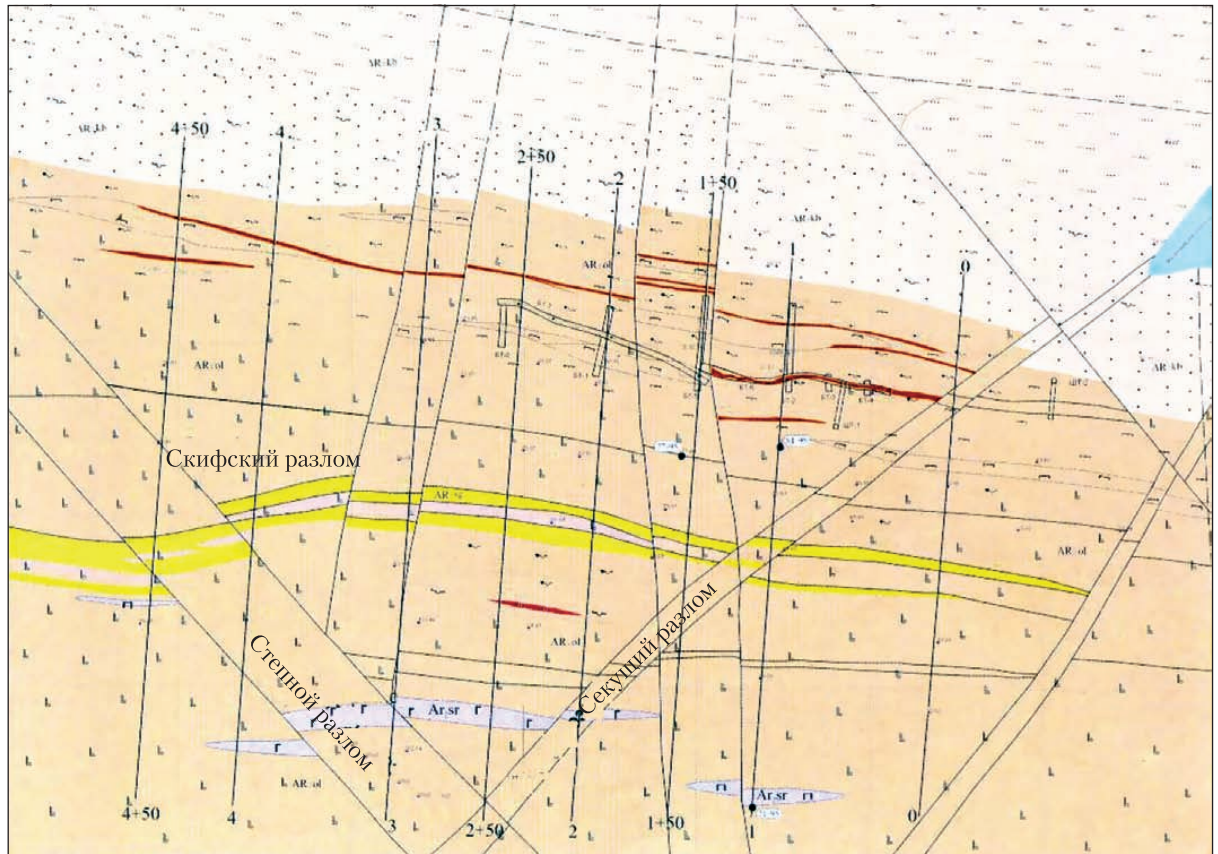


Рис. 3. Геологическая карта центральной части Сурожского месторождения [3]. 1 – сурожская свита (метариолиты, метариодациты); 2 – ольжинская свита (метабазиты, сланцы, железистые кварциты); 3 – крутобалковская свита (сланцы, алевролиты, метаконгломераты); 4 – сорокинский комплекс (пироксениты, перидотиты, габбро); 5 – суглинки, пески; 6 – кора выветривания; 7 – металаевролиты; 8 – метапесчаники; 9 – метаконгломераты; 10 – сланцы биотитовые; 11 – сланцы глиноземистые; 12 – сланцы амфиболовые; 13 – железистые кварциты; 14 – метабазальты; 15 – тремолититы; 16 – актинолититы; 17 – габбро; 18 – дуниты, перидотиты; 19 – милониты; 20 – рудные тела; 21 – разрывные нарушения, выделенные по геофизическим данным; 22 – разрывные нарушения главные; 23 – разрывные нарушения второстепенные; 24 – геологические границы; 25 – глубокие скважины; 26 – опорные глубокие скважины; 27 – бульдозерные траншеи; 28 – линия профиля и ее номер

обнаружено месторождение, произошел значительный “раздвиг” грабен-синклинали и сформировался крупный структурно-металлогенический узел. Размер образованного здесь рудного узла примерно 2×2 км. Размер самого месторождения составляет примерно $1,5 \times 0,2$ км, а площадь – $3\text{--}4$ км². Рудоносные тела Сурожского месторождения (рис. 3, 4) приурочены к узлу пересечения разломов трех направлений: северо-западного ($320\text{--}330^\circ$), субширотного ($275\text{--}280^\circ$) и северо-восточного ($60\text{--}70^\circ$). Древний, прибортовой разлом северо-западного простирания ограничивает Сорокинскую зону и месторождение с юго-запада и назван Степной, субширотный Скифский разлом ограничивает месторождение с юга, а северо-восточный Секущий разлом совпадает с направлением б. Собачья. Пос-

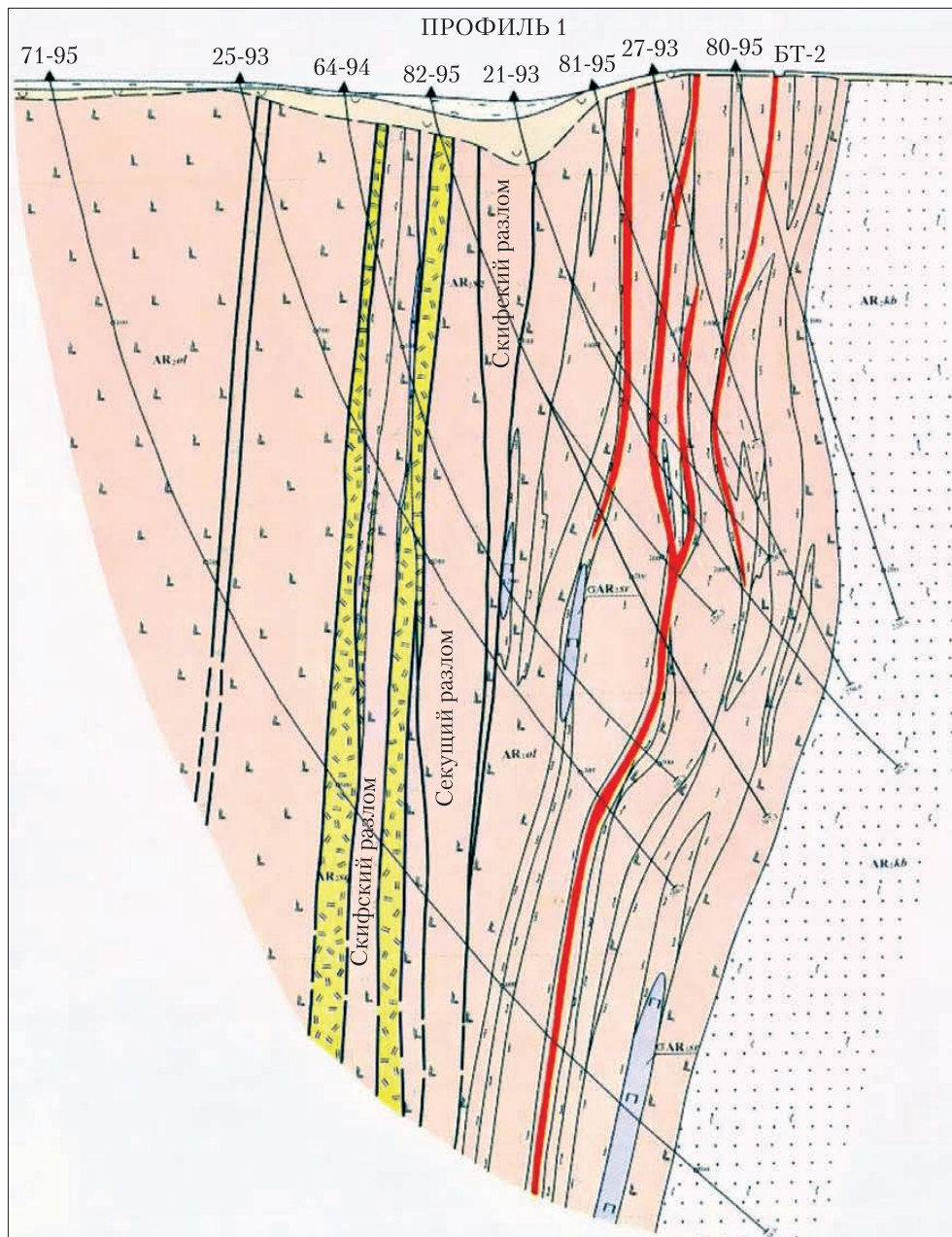


Рис. 4. Геологический разрез по профилю I Сурожского месторождения [3]. Условные обозначения см. на рис. 3.

ледный разлом, по мнению Г.Л. Кравченко [2], является более поздним. Однако он играет важную рудоконтролирующую роль — именно к нему приурочены на Сурожском месторождении основные рудоносные зоны и рудные тела. Зафиксированный в районе месторождения диагональный Секущий разлом (вероятно, взбросо-сдвиг) разделяет все выделенные типы разломов на два поперечных геоблока с разным уровнем эрозионного среза. На восток от него уровень эрозионного среза пород значительно меньше. Скифский, Секущий и Степной разломы, которые пересекаются здесь, определяют структурно-рудный узел и каркас Сурожского месторождения. Они достоверно выделены и изучены геолого-

геофизическими методами не только в пределах месторождения и грабен-синклинали в целом, но и далеко за её границами. Взаимные пересечения указанных разломов образуют “треугольник” со сторонами 450–550 м [3]. Кроме указанных главных разломных зон на месторождении широко развиты системы второстепенных разрывных нарушений, сближенных трещин, даек и милонитов.

Из-за “раздува” максимальная мощность пород в данной структуре составляет до 2,0–2,3 км. Состав горных пород, развитых на месторождении, весьма неоднородный: в южной части — это преимущественно метабазиты, железисто-кремнистые породы и известковые скарны нижнеосипенковской (AR_2), а в северо-восточной части — существенно метапелиты верхнеосипенковской (PR_1) свиты центральноприазовской серии [2]. Сурожское золото вмещают метаморфические породы нижнеосипенковской свиты. Они представлены главным образом амфиболитами. Мощность дайкоподобных тел амфиболитов достигает 500–600 м. Среди амфиболитов встречаются тела магнетитовых кварцитов (мощностью до 10 м), известковых скарнов, гранат-биотитовых, двуслюдяных и других сланцев, а также золотоносных сульфидизированных метасоматитов. Нередко встречаются здесь и бесполовошпатовые амфиболиты — близкие к горнблендитам. По химическому составу последние относятся к семейству пикробазальтов и пикродолеритов, а плагиоклазовые амфиболиты и амфиболовые сланцы — к железистым разностям базальтов и долеритов. Железисто-кремнистые породы на месторождении представлены актинолит-куммингтонит-магнетитовыми, иногда биотит- и гранатсодержащими сланцами. Среди мета- и ультрабазитов и магнетитсодержащих кварцитов выделяются небольшие по мощности (до 10 см) зоны скарнирования. Скарновые тела обогащены железом и образуют преимущественно согласные зоны [2]. Среди вмещающих пород, кроме известковых скарнов, встречаются также и глиноземистые (гранат-биотитовые) сланцы.

Магматические породы на месторождении весьма разнообразны. Это ультрабазиты, гранодиориты, кислые эффузивы, аплит-пегматоидные граниты и пегматиты. Среди метабазитов отмечаются дайкоподобные тела ультрабазитов мощностью от 1 до 50 м. Среди кислых эффузивов выделяются золотоносные дайки высокоглиноземистых кварцевых порфиров калиево-натриевой серии из семейства риолитов, а также низкощелочных риодацитов [2, 3].

На Сурожском месторождении было выявлено пять рудных тел с промышленным содержанием золота [2, 3]. По простиранию золотое оруденение на месторождении прослеживается до 1,5 км, а в крест — до 0,2 км. Месторождение разведано до глубины 500 м. Выклинивание оруденения на глубину не установлено. По данным [3], продуктивные рудовмещающие породы контролируются зоной крупного Скифского разлома, основные швы которого размещены на 60–100 м на юг и совпадают с осевой частью Сурожской антиклинали. Максимально благоприятными для рудоотложения на месторождении являются пачки железистых кварцитов и интенсивно окварцованных пород [3]. Развитие золотого оруденения в восточном направлении ограничивается Секущим разломом. Промышленные концентрации золота вблизи Секущего разлома скважинами закартированы лишь на глубоких горизонтах. Одновременно с западной стороны Секущего разлома сосредоточена максимальная концентрация рудных тел на расстоянии до 200 м. Золотоносные тела на восточном фланге месторождения образуют рудный “столб”, уходящий на значительные глубины. Западнее Степного разлома расположен западный фланг месторождения.

Центральный блок месторождения наиболее изучен [2, 3]. С поверхности рудная зона вскрыта бульдозерными траншеями, которые пройдены перпендикулярно к простиранию рудных тел через 50–100 м. Главное рудное тело по простиранию вскрыто траншеями на расстоянии 250 м. Золотое оруденение изучено глубокими наклонными скважинами до глубины 400 м по сети 50–100 × 50–100 м. Промышленное оруденение выявлено на расстоянии 300 м. Рудоносность южного фланга месторождения значительно меньше. Форма рудных тел пластовая, линзообразная, реже жильная. Истинная мощность рудных тел изменяется от 0,2 до 3,1 м (в среднем 2 м). Однако все они отличаются высокой сплошностью оруденения [2]. К висячим бокам рудных тел (где развиты амфиболиты и сланцы) приурочено бедное золотое оруденение (до 4 г/т), а к лежащим, где развиты обычные железистые кварциты, — наиболее богатое (до 66 г/т).

Рудоносные зоны и рудные тела на месторождении — это рудные сульфидизированные метасоматиты. Они образовались в процессе кварцево-сульфидного метасоматоза по катаклазированным, брекчированным и окварцованным сланцам, амфиболитам, магнетитсодержащим кварцитам и актинолититам. Рудоносные зоны приурочены к области геологического контакта двух разнородных по механическим свойствам толщ: с одной стороны, амфиболиты, метаультрабазиты и магнетитовые кварциты, а с другой — метатерригенные, окварцованные сланцы [2]. Нередко золоторудные тела на месторождении контролируются кулисообразно расположенными разломами-швами, а также зонами катаклаза и милонитизации. Золоторудные метасоматиты Сурожского месторождения макроскопические — это часто неравномернозернистые, линзовидно-полосчатые и брекчированные, окварцованные и сульфидизированные, а также карбонатизированные и хлоритизированные породы. Их минеральный состав, %: пирротин и пирит — 25–50; кварц двух генераций — 5–40; куммингтонит — 10–40; а также роговая обманка, актинолит, гранат, биотит, хлорит, карбонат, магнетит, халькопирит [2, 3]. Ранний кварц в рудных метасоматитах хорошо раскристаллизован, среднезернистый. Он слагает прослойки (до 5 мм) и линзовидно-гнездовидные обособления. Рудная минерализация продуктивных зон Сурожского месторождения отличается большим разнообразием. Рудные минералы здесь представлены самородным золотом, а также сульфидами, теллуридами, арсенидами, сульфоарсенидами, оксидами и вольфраматами гидротермального и метаморфогенно-метасоматического происхождения. Наиболее широко распространены сульфиды, среди которых выделяются пирротин и пирит [2, 3]. Морфология выделений золота на Сурожском месторождении весьма разнообразна [2]. В основной своей массе среди видимого золота преобладают зерна размером 0,01–0,02 мм, реже встречаются золотины до 0,1–0,5 в поперечнике и ещё реже — до 1–2 мм. Судя по результатам микрозондового анализа золото из Сурожского месторождения высокой и очень высокой пробности (926–983); Сурожское золото глубинное и достаточно однородно. Среди типоморфных элементов-примесей выделяются Cu, Bi, Ni, Co, Pb, Zn, Hg, As, Fe. На ранней стадии здесь произошло отложение высокопробного золота, а на более поздней — очень высокопробного, видимого золота. Раннее золото приурочено к кварцу, пирротину и пириту.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что Сурожское золоторудное месторождение приурочено к уникальной, древней и длительно развивавшейся Сорокинской структуре. Оно сформировалось в результате изменения ротационного режима нашей планеты примерно 2,6–2,2 млрд лет назад. В связи с ротационными напряжениями в тот период эволюции Земли в границах описываемого участка литосферы активизировались разломные тектонические зоны ортогональной и диагональной систем, возникла высокоградиент-

ная динамическая среда, где были образованы участки с максимальной раздробленностью и проницаемостью земной коры, благоприятные для локализации глубинных магматических расплавов, флюидов и рудных метасоматитов. Вследствие активизации “глубинной энергетики Земли” в пределах Сорокинской грабен-синклинали сформировался Сурожский структурно-металлогенический узел, благоприятный для рудоотложения. Месторождение золота было сформировано на больших глубинах (около 5 км) в результате активизации разломно-блоковых, нередко взбросо- и сдвиго-сбросовых тектонических движений. Поднимавшиеся по глубинным разломам мантийные флюиды вызывали существенные преобразования пород архейского фундамента и сформировали рудный столб диаметром более 50 м. По минеральному составу руды Сурожского месторождения относятся к золото-сульфидно-кварцевой формации. В результате метасоматических процессов золото было наложено на вмещающие породы — амфиболиты, различные сланцы, железистые кварциты и дайки [1–9]. Формирование продуктивной золоторудной минерализации происходило в несколько стадий в интервале температур от 325 до 100 °С [2, 3]. Наличие мелких несовершенных кристаллов золота и проявление двух золоторудных стадий минерализации высокопробного золота на месторождении — явный признак богатых глубинных зон и рудных столбов, уходящих на глубину 3–5 км и более.

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Глевасский Е.Б. Зеленокаменные пояса и перспективы поисков золотого оруденения в Приазовье // Минерал. журн. — 1996. — № 4. — С. 72–88.
2. Кравченко Г.Л. Сурожское золоторудное месторождение (Западное Приазовье) // Минерал. журн. — 1999. — № 4. — С. 7–19.
3. Лисенко О.А., Бобров О.Б., Малюк Б.І., Тисячна О.М. Геологічна будова та характер локалізації золотих руд Сурожького родовища // Мінеральні ресурси України. — 2005. — № 4. — С. 9–16.
4. Чорнокур І.Г., Яськевич Т.Б. Деякі нові дані щодо геологічної будови району рідкіснометалевого родовища Балка Крута // Мінеральні ресурси України. — 2010. — № 2. — С. 18–24.
5. Шаталов Н.Н., Латыш И.К., Потапчук И.С. Золотоносность дайковых пород Приазовья // Докл. АН УССР. Сер. Б. — 1982. — № 6. — С. 38–41.
6. Шаталов Н.Н. Дайки Приазовья. — Киев: Наук. думка, 1986. — 192 с.
7. Шаталов Н.Н. О золотоносности дайковых пород Приазовья // Геология рудных месторождений. — 1990. — № 6. — С. 101–108.
8. Шаталов Н.Н. Золоті самородки України // Вісн. АН УРСР. — 1991. — № 7. — С. 106–109.
9. Шаталов Н.Н. Тектонические критерии поисков золота в дайках Приазовья // Тектоника и стратиграфия. — 1993. — № 33. — С. 13–21.
10. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Загитко В.Н., Степанюк Л.М. Возраст золоторудных месторождений Украинского щита // Минерал. журн. — 1999. — № 4. — С. 99–105.

REFERENCES

1. Glevassky E.B. Mineralogicheskij zhurnal, 1996, No 4: 72-88 (in Russian).
2. Kravchenko G.L. Mineralogicheskij zhurnal, 1999, No 4: 7-19 (in Russian).
3. Lisenko O.A., Bobrov O.B., Malyk B.I., Tisachna O.M. Mineralni resursy Ukrainy, 2005, No 4: 9-16 (in Ukrainian).
4. Chornokur I.G., Jaskevich T.B. Mineralni resursy Ukrainy, 2010, No 2: 18-24 (in Ukrainian).
5. Shatalov N.N., Latysh I.K., Potapchuk I.S. Dokl. AN USSR. Ser. B, 1982, No 6: 38-41 (in Russian).
6. Shatalov N.N. The Near-Azovian dykes, Kiev: Naukova Dumka, 1986 (in Russian).
7. Shatalov N.N. Geologiya rudnyih mestorozhdeniy, 1990, No 6: 101-108 (in Russian).
8. Shatalov N.N. Visnik AN URSSR, 1991, No 7: 106-109 (in Ukrainian).
9. Shatalov N.N. Tektonika i stratigrafiya, 1993, No 33: 13-21 (in Russian).
10. Sherbak M.P., Artemenko G.V., Zagnitko V.N., Stepanyuk L.M. Mineralogicheskij zhurnal, 1999, No 4: 99-105. (in Russian).

Поступило в редакцию 26.02.2016

М.М. Шаталов

Інститут геологічних наук НАН України, Київ

E-mail: geoj@bigmir.net

ТЕКТОНІКА СУРОЗЬКОГО
РУДНОГО ВУЗЛА ПРИАЗОВ'Я

Наведено результати досліджень великого структурного Суразького рудоносного вузла, розташованого в межах Сорокинської грабен-синкліналі Приазовського мегаблока Українського щита. Визначено закономірності розломно-блокової тектоніки та її роль у формуванні рудного вузла. Охарактеризовано Сорокинську грабен-синкліналь та інші розломні зони ортогональної та діагональної систем і їх значення в локалізації унікального Суразького золоторудного родовища. Досліджено особливості прояву магматизму, метасоматозу, мінерало- і рудогенезу.

Ключові слова: *тектоніка, розломи, геоблоки, грабен-синкліналь, дайки, метасоматити, золото, родовище.*

N.N. Shatalov

Institute of Geological Sciences of the NAS of Ukraine, Kiev

E-mail: geoj@bigmir.net

TECTONICS OF THE SUROZH ORE KNOT
OF THE NEAR-AZOVIAN AREA

The results of investigations for the large structural Surozh knot located in the limits of the Sorokinska graben-syncline of the Near-Azovian megablock of the Ukrainian Shield are presented. The features of the fault-block tectonics and its influence on forming the ore knot are defined. The Sorokinska grabensyncline and other fault zones of the orthogonal and diagonal systems and their significance in the localization of the unique Surozh gold deposit are characterized. The features of manifestations of magmatism, metasomatism, mineralo- and ore-genesis are studied.

Keywords: *tectonics, fault, geoblock, graben-syncline, dikes, metasomatites, gold, ore deposit.*