

Золоторудные месторождения провинции Зимбабве

Описан ряд золоторудных месторождений провинции Зимбабве. Показано, что основным элементом структуры провинции служит Главный разлом. Он залечен Великой Дайкой с хромитовым и платинометалльным оруденением. Золоторудные месторождения располагаются в зеленокаменных поясах позднеархейского возраста и приурочены к разломам, оперяющим Главный. Значительная часть золоторудных месторождений представлена малосульфидным кварцево-жильным типом, другая — золотосульфидно-кварцевыми зонами прожилково-вкрапленного типа, третья — зонами сульфидной вкрапленности. Попутно с золотом нередко добывается антимонит.

Ключевые слова: провинция, золоторудные месторождения, зеленокаменный пояс, Великая Дайка, золото, антимонит.

V. A. STEPANOV (SRGC FEB RAS)

Gold deposits of the Zimbabwe Province

A description of a number of gold deposits in the Zimbabwe Province is given. It is shown that the Main Fault is the main element of the structure of the province. It is healed by the Great Dyke with chromite and platinum-metal mineralization. Gold deposits are located in Late Archean greenstone belts and are confined to the faults occurring in echelon towards the Main Fault. Most of gold deposits are of low-sulfide, quartz-vein type, others are gold-sulfide-quartz zones of vein-disseminated type, even less often zones of sulfide dissemination. Antimonite is often mined as a by-product.

Keywords: province, gold deposits, greenstone belt, Great Dyke, gold, antimonite.

Для цитирования: Степанов В. А. Золоторудные месторождения провинции Зимбабве // Региональная геология и металлогения. — 2021. — № 85. — С. 58–66.

Введение. Зимбабве (бывшая Южная Родезия) занимает горное плато на высоте 1000–1500 м над уровнем моря в южной части Африки. Естественным ограничением плато являются крупные реки — Замбези со знаменитым водопадом Виктория на севере и Лимпопо с притоком Шаше на юге. В геологическом плане на территории страны расположен гранит-зеленокаменный массив (кратон) Зимбабве. Заложение зеленокаменных поясов на гранито-гнейсовом основании раннеархейского возраста произошло в период порядка 2,5–2,7 млрд лет. Кратон полностью консолидировался 2,5 млрд лет назад, то есть в самом конце архея. Его развитие завершилось в раннем протерозое внедрением по региональному разлому субмеридиональной ориентировки Великой Дайки Зимбабве. Она сложена пироксенитами и норитами с никелевым, хромитовым и платинометалльным оруденением. С юга к кратону причленяется гранулитогнейсовый складчатый пояс Лимпопо, завершение развития которого произошло в конце раннего протерозоя. Платформенный чехол представлен позднепротерозойско-кайнозойскими образованиями, залегающими на породах фундамента в северо-западной части кратона [3].

Первые сведения о добыче золота в Зимбабве поступили от португальцев в XVI в. Местные

рудокопы задолго до прихода в страну европейцев открыли большинство золотоносных существенно кварцевых рудных месторождений и разработали их до уровня поступления обильной воды. Благодаря этому в Зимбабве известно около 4 тыс. преимущественно мелких месторождений с запасами менее одной тонны золота. В настоящее время насчитывается около 500 золотодобывающих рудников, большей частью мелких и разрабатываемых кустарным способом. По данным А. С. Марфунина, всего в провинции добыто к 1983 г. около 1900 т Au. Значительная часть извлечена из недр в колониальный период с 1898 по 1980 г. Древняя добыча оценивается в 300–400 т [1]. На сегодня из недр Зимбабве извлечено более 2500 т Au.

Золотоносная провинция Зимбабве. Золоторудные месторождения образуют Зимбабвийскую металлогеническую провинцию, протягивающуюся в северо-северо-восточном направлении от крайнего юга до крайнего севера страны. Она охватывает восточную часть Зимбабвийского кратона, в состав которого входит более десяти зеленокаменных поясов позднеархейского возраста. Зеленокаменные пояса сложены главным образом вулканитами основного и среднего составов с горизонтами железистых кварцитов. Месторождения золота пространственное приурочены

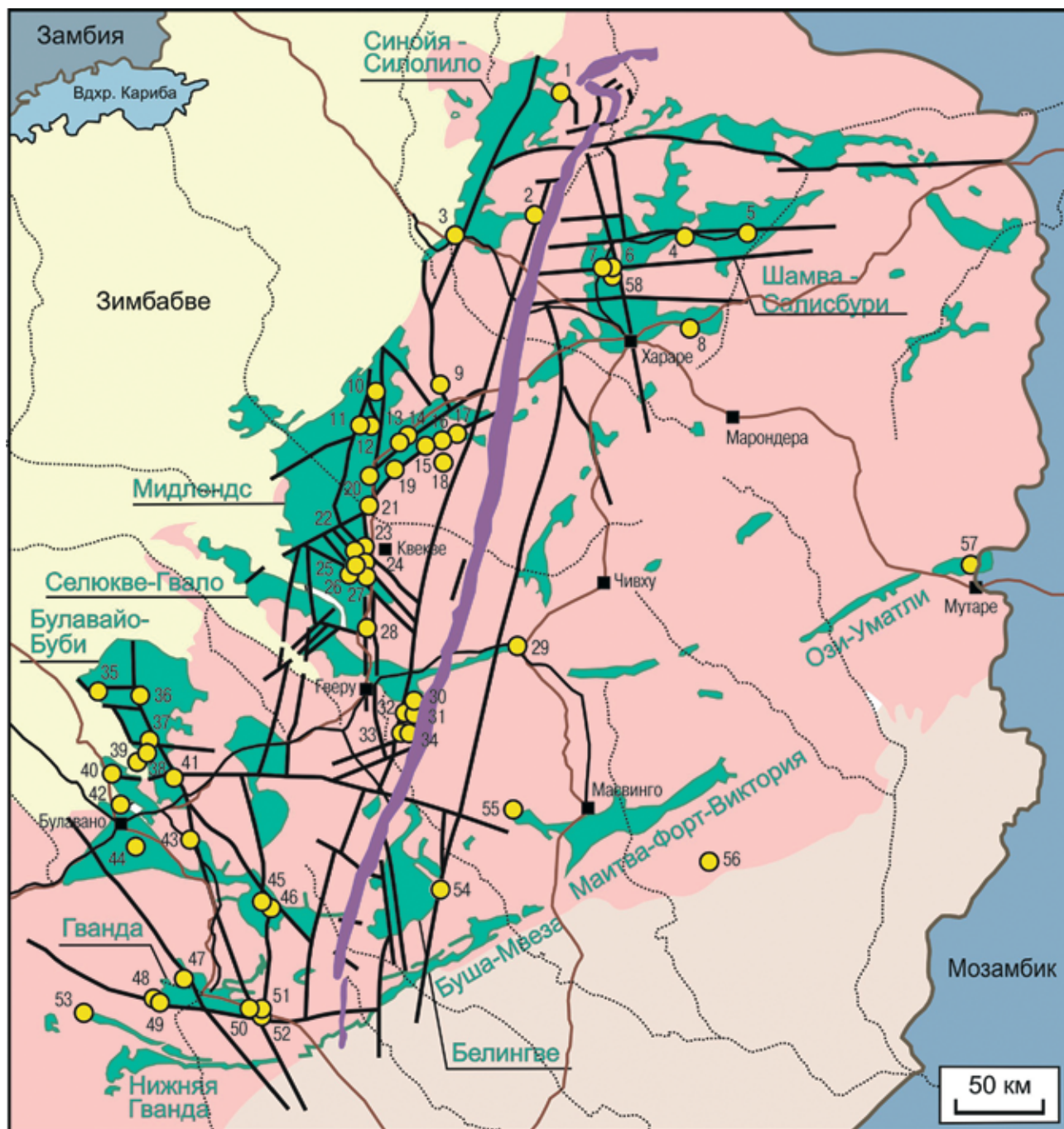


Рис. 1. Месторождения золота Зимбабвийской провинции (по <http://www.garshin.ru>)

1 – гранитоиды и гранитогнейсы раннего архея; 2 – зеленокаменные пояса; 3 – складчатые пояса гранулитогнейсов; 4 – Великая Дайка; 5 – платформенный чехол; 6 – зоны разломов; 7 – золоторудные месторождения (1 – Эурека, 2 – Мюриэл, 3 – Эльдорадо, 4 – Фреда-Ребекка, 5 – Шамва, 6 – Джумбо, 7 – Конноут, 8 – Арктуро, 9 – Джайнт, 10 – Дални, 11 – Голден Валли, 12 – Петчайи, 13 – Пикстоун-Пирлесс, 14 – Инез, 15 – Тистл-Этна, 16 – Эйлин-Алана, 17 – Кем-Мотор, 18 – Венис, 19 – Ойл, 20 – Каниэмба-Венис, 21 – Интерман-Инвинсейбл, 22 – Шервуд Стар, 23 – Группа Себакве, 24 – Моос, 25 – Глоб-Феникс, 26 – Белл, 27 – Гайка, 28 – Коннемара, 29 – Фалкон, 30 – Голден-Квори, 31 – Кампердаун, 32 – Сюрпрайз, 33 – Бонсор, 34 – Тебекве, 35 – Монтана, 36 – Лонели, 37 – Барбертон, 38 – Даун, 39 – Куинс, 40 – Санайс, 41 – Иньяти, 42 – Олд Ник, 43 – Буштик, 44 – Хов, 45 – Фред, 46 – Тру-Блу, 47 – Бланкет, 48 – Фреда, 49 – Хорн, 50 – Февик-Принс-Олаф, 51 – Джиланг, 52 – Джесси, 53 – Антилопа, 54 – Саби, 55 – Леннак, 56 – Ренко, 57 – Пенхаланга, Редвинг, 58 – Мазоэ); 8 – железная дорога; 9 – автотрассы; 10 – города

главным образом к зеленокаменным поясам, с которыми, вероятнее всего, связано их формирование (рис. 1).

Стержневым элементом структуры золотоносной провинции Зимбабве является Главный разлом, вмещающий Великую Дайку. Большая часть месторождений размещается в западном крыле разлома. В зеленокаменном поясе Мидлендс, который включает золоторудные районы Белл, Коннемара и др., цепочки месторождений располагаются вдоль оперяющих разломов субмеридионального, а в поясе Булавайо-Буби – северо-западного простираний. В восточном крыле Главного разлома месторождений заметно меньше, за исключением зеленокаменного пояса Шамва-Салисбури на северном фланге Главного разлома. Здесь основными рудоконтролирующими структурами служат разломы широтного плана.

Для понимания процессов рудообразования в провинции большое значение имеют состав, строение и рудоносность Великой Дайки Зимбабве. Протяженность ее составляет 550 км при ширине от 4 до 11 км. Она представляет собой расчлененное тело ультрамафит-мафитового состава, сформировавшееся в позднем архее 2579 ± 7 млн лет [4]. По простиранию Великая Дайка подразделяется на южную и северную камеры с подчиненными им субкамерами (с юга на север): Ведза, Сегвокве, Себакве и Дарвендэл. В вертикальном разрезе дайки выделяются нижняя ультрамафитовая (мощностью более 2 тыс. м), представленная дунитами, гарцбургитами и пироксенитами с прослоями хромитов, и верхняя мафитовая (мощностью до 1120 м) серии. Наиболее крупная камера Дарвендэл в поперечном разрезе обладает формой раструба с погружением слоев по направлению к оси тела интрузии. На глубине 3–5 км она переходит в крутонаклонную корневую структуру мощностью 2–3 км. По обе стороны от Великой Дайки и параллельно ей располагаются маломощные дайки сходного состава и возраста.

В Великой Дайке находятся месторождения хромита, а также металлов платиновой группы. Месторождения хромитов (Средняя Дайка, Южная Дайка, Муторашанга и др.) связаны с нижними частями разреза, сложенными серпентинизированными дунитами и гарцбургитами. Рудные тела стратиформные небольшой мощности (до 45 см) и выдержанные по простиранию до 10 км или подиформные большей мощности (3–15 м), но менее выдержанные по простиранию (до 150–180 м). Месторождения платиновых руд с попутным золотом связаны с горизонтом бронзититов, залегающим в верхней части ультраосновного комплекса непосредственно на контакте его с габброидами. Руды вкрапленные и прожилково-вкрапленные, содержащие 3,0–5,5 % сульфидов. Среди рудных минералов преобладают пирротин, пирит, халькопирит, пентландит, минералы элементов платиновой группы и самородное золото.

Основную ценность представляют платиноиды, попутно добываются также медь, никель и золото. Содержание в 100%-ном сульфидном концентрате платины и палладия составляет первые сотни граммов на тонну, золота на порядок ниже – 14–15 г/т [2].

Золоторудные месторождения. Из нескольких тысяч таких месторождений Зимбабве на рис. 1 отмечены 58 наиболее значимых. Они сосредоточены главным образом в трех основных рудных районах, приуроченных к крупным зеленокаменным поясам – Мидлендс, Булавайо-Буби и Шамва-Салисбури.

Золоторудные месторождения представлены в основном кварцевыми жилами (Глоб-Феникс, Голден Валли, Сюрпрайз, Даун и др.), реже зонами прожилкового окварцевания (Кем-Мотор), еще реже – сульфидной вкрапленности (Бар 20, Вубачикве). Руды в основном малосульфидные золотокварцевые. По данным А. Э. Паупа [13], они содержат около 90 % кварца, 7 % вмещающих оруденение пород и 3 % сульфидов. Среди сульфидов преобладают пирит и арсенопирит с примесью галенита и сфалерита. Золото обычно свободное, мелкой и средней крупности до небольших самородков. На некоторых месторождениях (Глоб-Феникс, Кем-Мотор) содержится значительное количество антимонита. Вмещающими породами служат большей частью зеленокаменные породы, иногда с прослоями железистых кварцитов, а также интрузии гранитоидов. Околорудные изменения представлены зонами окварцевания, карбонатизации и пиритизации. Мощность их меняется от 5–10 до 50–60 м. Зоны окварцевания и пиритизации нередко золотоносны и местами входят в состав рудных тел.

Район Шамва-Салисбури расположен в северной части провинции и примыкает к структуре Главного разлома с востока. Основные разломы, контролирующие размещение золоторудных месторождений, имеют широтную и меридиональную ориентировки.

Месторождение Шамва находится примерно в 80 км к северо-востоку от г. Хараре. Оно разрабатывалось подземным рудником производительностью около 600 кг золота в год до глубины 400 м от поверхности. За семидесятилетний период из руд месторождения к концу 2001 г. добыта 71 т Au. Остаточные запасы золота составляют менее 8 т, а содержание его в рудах – около 4,0–4,5 г/т [7]. Субпараллельные рудные тела вкрапленного, прожилково-вкрапленного, а местами штокверкового типов залегают в вулканогенных породах кислого состава и контролируются зонами расщепления, оперяющими крупный субширотный разлом. Основное рудное тело прослежено по простиранию на один километр при мощности на верхних горизонтах от 10 до 70 м (в раздуве). Остальные рудные тела имеют длину до 200 м и мощность до 15 м. С глубиной мощность рудных тел и содержания золота уменьшаются (с 5,2 до 4,0–4,5 г/т). Руды

вкрапленные, содержащие до 7–10 % сульфидных минералов. Наряду с пиритом в них много железистого сфалерита, меньше галенита и халькопирита, встречаются мелкие гнезда пирротина и вкрапленность арсенопирита. Золото присутствует почти исключительно в виде тончайших просечек длиной 30–70 мкм в пирите, реже в сфалерите и халькопирите.

Месторождение Фреда-Ребекка расположено в 30 км восточнее месторождения Шамва. Рудник, построенный на месторождении в 1988 г., производил до 2002 г. около 3 т золота в год, но к 2007 г. добыча упала до 900 кг. Запасы месторождения оцениваются в 33 т Au при среднем содержании его в рудах 2,4 г/т [7]. Золотоносная сульфидная минерализация месторождения Фреда-Ребекка приурочена к эндо- и экзоконтактам гранитного штока архейского возраста, прорывающего метаморфизованные и рассланцованные архейские вулканиты, туфопесчаники и аркозовые песчаники. Рудные тела достигают максимальной мощности около 50 м вблизи поверхности, а в длину вытягиваются в широтном направлении на 0,8–1,5 км. Золото ассоциирует с пиритом, пирротинном и арсенопиритом. На участке Принс-Уэльс золоторудное тело представляет собой протяженную (до 1,5 км) и мощную (местами более 10 м) пирит-арсенопирит-пирротин-кварцевую жилу с редкими вкраплениями вольфрамита и молибденита. На восточном фланге участка Кимберли расположены золотосульфидно-кварцевые жилы протяженностью более 700 м. Местами они сменяются полосами прожилково-вкрапленного оруденения, контролирующегося субширотным разломом, разветвляющимся на две сближенные субпараллельные зоны расланцевания. Золоторудные тела прослеживаются на глубину, превышающую 500 м. На участке Кимберли локализованы наиболее богатые руды месторождения, содержащие от 5 до 10 г/т Au.

Рудный район Мидлендс примыкает с востока к средней части Великой Дайки. Рудоконтролирующими структурами служат разломы субмеридионального и северо-западного направлений. В этом наиболее золотоносном районе провинции известны данные о добыче золота из 269 месторождений [7]. Из них добыча менее одного килограмма отмечается на 80 месторождениях, 1–10 кг на 74, 10–100 кг на 66, 100–1000 кг на 36, 1–5 т на 7, 5–10 т на 3, 10–100 т на 2 и больше 100 т на одном.

Большая часть золоторудных месторождений (порядка 85 %) представлена отдельными или сериями малосульфидных кварцевых жил, реже жильными зонами. Вмещающими породами служат зеленокаменные породы, иногда интрузии гранитов. Мощность жил редко превышает один метр. По простиранию и на глубину они прослеживались от десятков до сотен метров. Некоторые жилы обрабатывались до глубины почти 1500 м (месторождение Глоб-Феникс). Сульфиды представлены чаще всего пиритом, арсенопиритом,

реже встречались пирротин, галенит, халькопирит, тетраэдрит, джемсонит и антимонит. Золото свободное, нередко видимое, иногда образует мелкие самородки. Кроме золота на некоторых месторождениях велась попутная добыча антимонита.

Другие месторождения представляют собой пласты джеспилитов или зоны брекчий по джеспилитам, минерализованные сульфидами. Среди сульфидов преобладают арсенопирит и пирит, часто встречается антимонит, реже халькопирит, галенит, джемсонит и тетраэдрит. Золото тонкое, часто находится в сульфидах. Руды нередко упорные, труднообогащаемые. Мощность рудных зон от первых до десятков метров. По падению и простиранию рудные зоны прослеживаются на сотни метров. Максимальная глубина отработки достигла 800 м (месторождение Шервуд Стар).

Месторождение Глоб-Феникс отмечается в восточной части рудного района, вблизи г. Квекве. Добыча золота из этого месторождения оценивается в 124 т Au со средним содержанием 26,9 г/т, максимальные количества доходили до 200 г/т. Попутная добыча антимонитового концентрата оценивается в 1833 т [6]. Месторождение расположено на контакте ультрамафитовых пород с гранитогнейсами (рис. 2). Ультрамафиты вблизи контакта с гранитогнейсами превращены в магнетит-карбонатные породы, тальк-карбонатные сланцы и серпентиниты.

Рудные тела представлены серией кварцевых жил сложного строения с многочисленными апофизами. Параллельные на поверхности жилы сливаются на глубине. По данным И. Гольдберга, золотоносные жилы месторождения тесно связаны с дайками кератофиоров [6]. Местами рудные тела пересечены пострудными дайками долеритового состава. Золотоносные кварцевые жилы располагаются почти исключительно среди хрупких магнетитовых сланцев. Некоторые жилы переходят в гранитогнейсы, но содержания золота в них низкие. Глубина отработки месторождения составила 1450 м.

Жилы сложены розоватым кварцем и карбонатами с вкрапленностью рудных минералов. Среди них доминирует антимонит, реже встречаются самородное золото, галенит, пирит, халькопирит, тетраэдрит и джемсонит, в небольших количествах — бертьерит, гудмундит и ауристит [14]. Установлена вертикальная зональность оруденения. До глубины 300 м в руде преобладают пирит и джемсонит, в интервале 300–600 м — антимонит, ниже — тетраэдрит [10].

Выделяются следующие этапы формирования золотоносных жил: открытие трещин и заполнение их безрудным кварц-карбонатным материалом; формирование пиритизированных роговообманковых порфиритов и кертофировых даек; золото-антимонит-кварцевое прожилкование, прожилки содержат массу игольчатых кристаллов антимонита; антимонитовые прожилки [9]. Проба золота месторождения Глоб-Феникс в слитках аффинажного завода низкая (748 ‰) [6].

Месторождение Гайка расположено в 2 км южнее г. Квекве. С 1905 по 1986 г. из него добыто 23 т золота при среднем содержании его в руде 8,7 г/т. Наиболее богатые рудные тела отработаны до глубины 760 м. Вмещающими служат серпентинизированные и карбонатизированные ультраосновные породы, превращенные в тальк-карбонатные сланцы и брейнеритовые мрамора, получившие название доломитов. Основные золотоносные кварцевые жилы выполняют трещины северо-западного простирания с наклоном на северо-восток под углами 50° – 70° . Околорудные метасоматиты представлены пропилитами. Оруденение сопровождается дайками долеритового состава.

Выделяются два основных типа оруденения. В первый ранний этап в зоне разлома по раздробленным долеритам возникла золото-арсенопиритовая минерализация. Местами она ассоциирует с вкрапленностью антимонита и жилами массивного шеелита. Более молодая золото-антимонит-кварцевая минерализация выполняет таблитчатой или лентообразной формы жилы. Они чаще залегают среди доломитов, но встречаются также в порфиритах и среди тальковых сланцев. Этот тип слагает наиболее богатые рудные тела. Оруденение состоит из массы прожилков белого кварца, наполненного тонкорассеянным или массивным антимонитом. Мощность таких рудных тел достигает 10 м. Бедные рудные тела представлены золотокварцевыми жилами в тальковых сланцах и кварцевыми штокверками в доломитах, импрегнированных пиритом [6]. В слитках золота, полученных на аффинажном заводе, проба Au низкая – 75% [7].

Месторождение Кем-Мотор локализовано в северной части рудного района Мидлендс. Добыча из него оценивается в 150 т. Вмещающими породами служат песчаники, сланцы и зеленокаменные породы архея. Среди них находятся три рудных тела – Кем, Мотор и Петроль, представленные кварцевыми жилами (рис. 3). С глубиной они переходят в зоны субпараллельных прожилков, сопровождаемых вкрапленностью антимонита, арсенопирита и пирита. С глубиной концентрация антимонита резко сокращается. Среднее содержание золота составляло 10–14 г/т. Месторождение отработано на глубину около 2 тыс. м.

Месторождение Белл находится в 9 км к западу от г. Квекве. Вмещающими являются осадочные породы, состоящие из граувакковых песчаников, сланцев и конгломератов. Последние содержат гальку джеспилитов и зеленокаменных пород. Месторождение отнесено к золотосульфидно-кварцевой формации. Оно представлено минерализованными сланцами и зоной жильно-прожилкового окварцевания, приуроченных к взбросу, наклоненному под углом 65° к северу. Амплитуда перемещения блоков – около 300 м. В зоне разлома обычно имеется глинка трения мощностью 1–2 см. Как правило, она окружена 1–2 м окварцованных, частично хлоритизированных осадочных пород, насыщенных

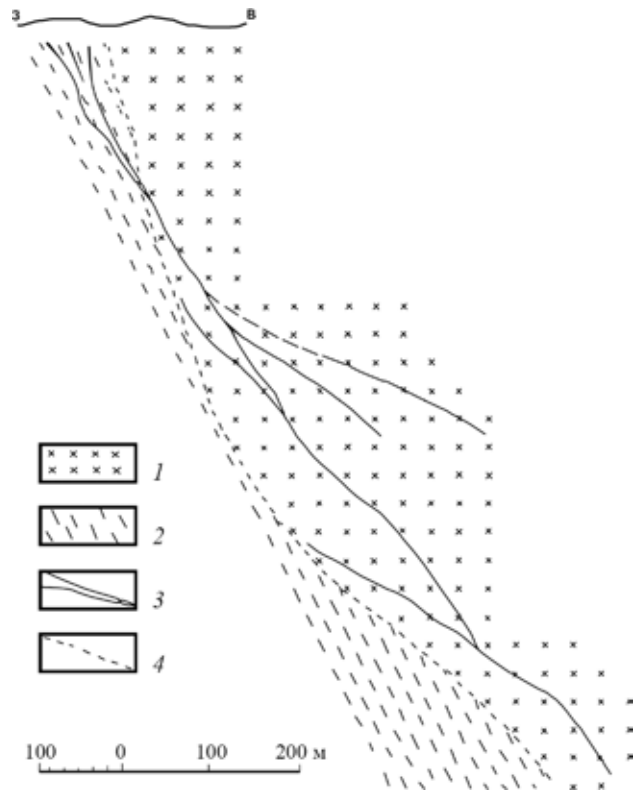


Рис. 2. Разрез месторождения Глоб-Феникс [7]

1 – граниты; 2 – сланцы; 3 – кварцевые жилы; 4 – геологические границы

рассеянными сульфидами, главным образом пиритом и арсенопиритом с примесью антимонита, джемсонита и тетраэдрита. Некоторые полосы гематита в гальке джеспилита полностью замещены сульфидами, а другие – фукситом. В рудном теле отмечается множество кварцевых прожилков, некоторые из которых являются минерализованными. Выделяется центральная наиболее обогащенная золотом часть рудного тела и относительно бедная периферическая (рис. 4). На глубине рудное тело пересекает дайка лампрофирового состава. В зальбандах дайки отмечаются прожилки золотоносного кварца. Месторождение отработано до глубины 400 м. При этом добыто 462 тыс. т руды, содержащей 6,7 г/т Au. Средняя мощность рудного тела составляет 2,21 м.

Месторождение Индарама принадлежит одной из групп Себакве и расположено в 10 км к северо-западу от г. Квекве. На месторождении добывали золото и антимонит. С 1920 по 1986 г. было извлечено около 6 т Au при содержании его в руде 9,6 г/т. Количество попутно добытого антимонитового концентрата составило 1760 т.

Месторождение представлено серией пересекающихся, сопряженных тонких золотоносных кварц-карбонатных жил с вкрапленностью антимонита. Вмещающими служат зеленокаменные породы, нередко со структурой пиллоулав, а также дайки полевошпатовых порфириров. Дайки содержат около 5 % вкрапленности

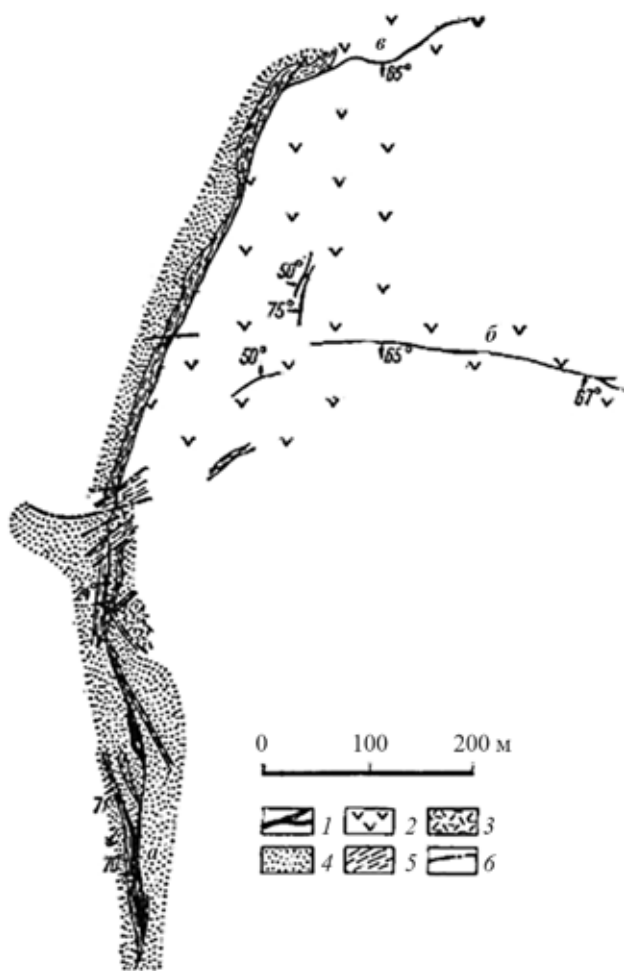


Рис. 3. План 8-го горизонта месторождения Кем-Мотор [12]
 1 – рудные жилы (а – Мотор, б – Кем, в – Петроль); 2 – зеленокаменные породы; 3 – фельзиты; 4 – песчаники; 5 – графитистые сланцы; 6 – разломы

пирита, но бедны золотом. В зальбандах жил отмечается обильная вкрапленность арсенопирита. Золотоносные жилы чаще развиты среди массивных зеленокаменных пород, чем в пиллоу-лавах или полевошпатовых порфиритах. Нередко жилы выклиниваются при переходе в блоки серпентинитов. Большинство жил вытянуто в меридиональном направлении. Основные из них наклонены на запад под углом 35°, другие на восток под углами 18°–50°. Они имеют общие ответвления и сигмообразные сочленения.

Кварцевые жилы содержат: светло-серые кварц-карбонатные прожилки, которые часто включают антимонит, иногда пирит и арсенопирит; параллельные, а иногда секущие, не минерализованные кварц-карбонатные прожилки; зоны измененных вмещающих пород, насыщенных арсенопиритом, пиритом и тонкими включениями фуксита. Антимонит отмечается в серого цвета мелких, заполненных кварцем, фрагментах внутри зон измененных пород.

В золотоносных антимонит-кварцевых жилах золото обычно тонкое свободное [5]. Судя по составу слитков, полученных на аффинажном заводе, проба Au месторождения Индарамы чрезвычайно высокая и составляет 988 ‰ [7].

Месторождение Шервуд Стар наиболее крупное из месторождений группы Себакве и расположено в 12 км к северо-северо-западу от г. Квекве. С 1924 по 1986 г. на нем извлекли около 14,7 т золота со средним содержанием в руде 8,0 г/т.

Рудоносным является импрегнированное сульфидами трубкообразное тело джеспилитов, ограниченное разломами. Оно залегает среди серпентинизированных и оталькованных зеленокаменных пород. Рудное тело джеспилитов имеет форму

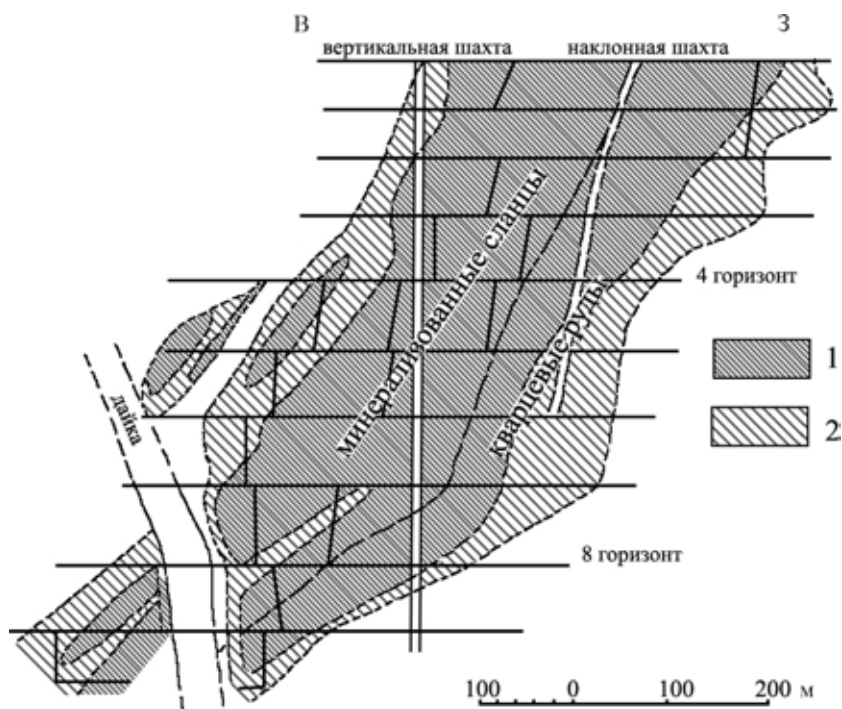


Рис. 4. Вертикальный продольный разрез месторождения Белл [10]
 Содержание золота более (г/т):
 1 – 17,1; 2 – 8,7

морковки. На поверхности максимальная длина рудного тела достигает 55 м, а средняя ширина 11 м. Среднее содержание золота на 1-м горизонте отработки (40 м) составляет 34 г/т. Сужение рудного тела до 1,8 м наблюдается на 2-м уровне отработки, затем оно расширяется и на 6-м уровне достигает максимальной ширины в 40 м, чуть больше его длины. Рудное тело снова сужается на 9-м уровне и расширяется на 14-м, прежде чем постепенно выклинить на глубине 800 м.

Руды представлены полосчатыми кремнистыми красного и серого цветов джеспилитами, которые были раздроблены, а затем сцементированы и минерализованы пиритом и арсенопиритом. Джеспилиты пронизаны штокверком кварцевых, карбонатных и пиритовых жил. Частичная перекристаллизация скрыла полосы первичной породы. Богатые железом слои в брекчированных джеспилитах замещены пирротинном, пиритом и арсенопиритом.

На северо-западном краю рудного тела имеются узкие жилы массивного антимонита, который отложился раньше основного оруденения. Минерализованные зеленокаменные породы — это мелкозернистая синевато-серая порода, наполненная скоплениями и кристаллами антимонита и пирита. Рудное тело минерализованных зеленокаменных пород образует линзу в висячем боку тела джеспилитов, начиная с 8-го и по 17 уровни. На 12-м уровне длина рудного тела составляет 25 м, а ширина — 11 м.

Согласно [8], месторождение Шервуд Стар является брекчиевой трубкой, локализованной в тектонически изолированной закрытой складке. Эта структура возникла в результате сдвиговых дислокаций и смещения вдоль разломов северо-северо-западного и меридионального простирания. Минерализация была сконцентрирована на пересечении этих структур в хрупких породах — джеспилитах.

Месторождение Норталлerton-Антилопа находится в 15 км к северо-западу от г. Квекве [7]. С 1901 по 1986 г. добыча золота составила всего 712 кг. Месторождение представлено малосульфидными кварцевыми жилами мощностью около одного метра среди зеленокаменных пород архея. Простирание основных жил — от субширотного до северо-западного, а наклон — от вертикального до 70° в южных румбах. Они прослежены на глубину до 150 м. На глубине 120 м мощность рудного тела составляла 0,75 см, длина 50 м при среднем содержании золота 10 г/т. Контакты жил с вмещающими зеленокаменными породами резкие, отчетливые (рис. 5). В зеленокаменных породах отмечается вкрапленность крупных кристаллов пирита. Иногда наблюдаются пиритизированные зоны окварцевания. Жилы сложены молочно-белым полупрозрачным кварцем с редкой вкрапленностью пирита и золота. Золото мелких размеров, часто видимое. Среднее содержание золота в рудах 5,8 г/т. В пределах рудного поля до сих пор ведутся небольшие поверхностные отработки

кварцевых жил с видимым золотом, а также поиски мелких самородков на отвалах старых отработок с помощью металлоискателей.

Район Булавайо-Буби. Это золотonosный район в юго-западной части провинции к западу от южного окончания Великой Дайки, приуроченный к зеленокаменным поясам Булавайо-Буби и Гванда. Месторождения золота отнесены к разрывным нарушениям северо-западного и субширотного плана, а представляющие среди них наибольший интерес стратиформные золотосульфидного типа — к пластам джеспилитов.

Месторождение Бар 20 расположено в юго-восточной части зеленокаменного пояса Гванда, в 5 км западнее от одноименного города. Пояс состоит из мощной толщи слабометаморфизованных базальтовых и андезитовых вулканических и вулканогенно-осадочных пород архейского возраста.

Основное рудное тело месторождения Бар 20 представляет собой прослой железистых кварцитов среди метавулканических хлоритовых сланцев. Полосчатые железистые кварциты сложены тонкими кремнистыми полосками, которые чередуются с зеленовато-черным сидеритом и мелкозернистым пирротинном. Мощность рудного тела колеблется от 2 до 5 м. Длина по простиранию и падению превышает 100 м. Отдельные слойки мощностью от нескольких миллиметров до одного сантиметра могут простираться на метры. Сульфиды сосредоточены в нижних частях слоев, богатых карбонатами. Эта особенность руды была интерпретирована как результат гравитационного осаждения аморфных сульфидных осадков во время седиментации [11]. Затем под влиянием тектонических движений компетентные железистые кварциты были повернуты под наклоном к вмещающим породам. При этом прерывистые и мелкие трещины сместили отдельные слойки кремнистых сланцев на расстояние от первых миллиметров до сантиметров и создали структуры, вдоль которых сульфиды подверглись повторной мобилизации, а кварц и карбонаты были перекристаллизованы. Содержание золота в руде достигает 5–10 г/т. Золото субмикроскопических размеров, находится в связанном состоянии в сульфидях, поэтому руда является труднообогатимой.

Месторождение Вубачикве находится в 10 км к северо-западу от месторождения Бар 20. Его золотonosные руды расположены на трех стратиграфических уровнях. Рудные тела ограничены горизонтами железистых кварцитов, протягивающимися на 3 км по простиранию и километр в глубину. Горизонты железистых кварцитов разделены межслоевыми амфиболитами толеитового состава мощностью от 1 до 25 м. Руда состоит из светлоокрашенных слойков кварцита и карбонатов (анкерит, кальцит) и темных слойков тонкозернистого хлорита, грюнерит-куммингтонита и зерен сульфидов (арсенопирит, пирротин, пирит). Редкими минералами руд являются гранат, гранит и биотит. Конкретные слойки



Рис. 5. Образец контакта кварцевой жилы и вмещающих зеленокаменных пород с вкрапленностью пирита (фото автора)

обладают мощностью до одного сантиметра. Расслоение в рудах месторождения Вубачикве гораздо более неравномерное, поэтому массивные ремобилизованные сульфиды нередко образуют стратиформные прослои. Эти рудные прослои, возникшие в результате будинажа горизонтов железистых кварцитов, претерпели ту же структурную деформацию, что и окружающие породы региона [11].

Золотая минерализация ассоциирует с сульфидами, главным образом с арсенопиритом, и ограничена горизонтами железистых кварцитов. Золото находится в виде частиц диаметром до 60 мкм или выполняет микротрещины преимущественно в арсенопирите. Проба золота высокая (920–960 ‰). Руды пригодны для цианидного выщелачивания.

Месторождение Си майн (С mine) расположено в южной части района Булавайо-Буби и представлено золотоносной кварцевой жилой субширотного простирания с крутым наклоном в южных румбах. Мощность жилы в раздувах достигает 2–5 м, протяженность до 350 м. В 1998 г. добыча производилась на 11-м горизонте (440 м). Вмещающими породами служат зеленокаменные породы раннего архея. В зальбандах жил вмещающие породы рассланцованы и серицитизированы, местами содержат вкрапленность и прожилки пирита. Параллельно жилам располагаются мало-мощные дайки фельзитов. Кварц крупнозернистый молочно-белого цвета, местами полосчатый, иногда брекчированный. Примесь сульфидов до 1–3 %. Они представлены пиритом и галенитом. Золото тонкое свободное. Впечатляют огромные отвалы, сложенные тонкоразмолотым белым

кварцем. Они свидетельствуют о значительных параметрах отработанных золотоносных кварцевых жил и гравитационном обогащении руд.

Заключение. Зимбабвийская золотоносная провинция занимает значительную северо-восточную часть Зимбабвийского кратона. Основным структурным элементом провинции служит Главный разлом, залеченный Великой Дайкой ультраосновного состава, протягивающийся на 550 км. В пределах дайки известны месторождения хромитовых, а также платинометалльных руд с попутно добываемыми медью, никелем и золотом.

Золоторудные месторождения располагаются в зеленокаменных поясах позднеархейского возраста и приурочены к разломам, оперяющим Главный. Наиболее богат золотом рудный район Мидлендс. Он примыкает с запада к центральной части Главного разлома, залеченного Великой Дайкой. Рудоконтролирующими служат разломы субмеридионального направления в южной части района и северо-восточного плана в северной, образуя полукруг. Золоторудные месторождения концентрируются на расстоянии от 1–5 до 50–70 км от края Великой Дайки. Район Шамва-Салисбури изометричного очертания примыкает к северо-восточному краю Великой Дайки. Рудоконтролирующей является сеть ортогональных разломов субширотной и меридиональной ориентировок. Преобладают малые и средние месторождения, крупных значительно меньше. Они располагаются на большем удалении от края Великой Дайки. Район Булавайо-Буби отмечается западнее южного окончания Великой Дайки. Месторождения золота приурочены к разломам северо-западного простирания.

Несмотря на длительный период отработки золоторудных месторождений Зимбабве, регион обладает значительными перспективами на увеличение добычи за счет переоценки известных месторождений на глубину и поисков новых современными методами.

Автор выражает признательность руководству АО «Регион-Инвест» и лично Сергею Владимировичу Гришкину за предоставленную возможность ознакомиться с золоторудными месторождениями Зимбабве.

1. Марфунин А. С. История золота. — М.: Наука, 1987. — 246 с.

2. Налдретт А. Дж. Магматические сульфидные месторождения медно-никелевых и платинометалльных руд. — СПб.: СПбГУ, 2003. — 487 с.

3. Хаин В. Е., Лимонов А. Ф. Региональная геотектоника (тектоника континентов и океанов). — Тверь: ООО «Издательство ГЕРС», 2004. — 270 с.

4. Чернышов Н. М., Чернышова М. Н. Рудонесущая роль даек сульфидных платиноидно-медно-никелевых рудно-магматических систем // Вестник ВГУ. Серия геология. — 2008. — № 2. — С. 109–132.

5. Шер С. Д. Металлогения золота (Евразия, Африка, Южная Америка). — М.: Недра, 1974. — 256 с.

6. Goldberg I. Aspects of geology of the Phoenix and Gaika // *Rhodesian Mining and Engineering Journal*. — 1962. — No. 4. — Pp. 23–24.

7. Du Toit A. The economic geology of the country around Kwekwe // *Zimbabwe Geological Survey Bulletin*. — 1998. — Vol. 67, pt. 2. — 84 p.

8. Foster R. P. Archean gold mineralization in Zimbabwe / R. P. Foster, A. G. Mann, C. W. Stowe, J. F. Wilson // *Mineral deposits of Southern Africa*. — Johannesburg, 1986. — Vol. 1. — Pp. 43–112.

9. Lightfoot B. The lager gold mines of Southern Rhodesia. — Salisbury, 1934. — 106 p. (*Southern Rhodesia Geological Survey*, no. 26).

10. MacGregor A. M. The geology of the country around Que Que, Gwelo district. — Salisbury, 1932. — 113 p. (*Southern Rhodesia Geological Survey*, no. 20).

11. Oberthür T., Saager R., Tomschi H. P. Geological, mineralogical and geochemical aspects of Archean Banded Iron-Formation-hosted gold deposits: Some examples from Southern Africa // *Mineral deposita*. — 1990. — Vol. 25. — Pp. 125–135.

12. Pelletier R. A. *Mineral resources of South-Central Africa*. — Cape Town: Oxford University Press, 1964. — 277 c.

13. Phaup A. F. Gold in Rodesia // *Chamber of Mines Journal*. — 1968. — Vol. 10, no. 7. — Pp. 30–32; no. 8. — Pp. 34–37.

14. Stowe C. W. Gold and associated mineralization in the Que Que Area, Rhodesia // *Special Publication of the Geological Society of South Africa*. — 1979. — No. 5. — Pp. 39–48.

sulfide deposits of copper-nickel and platinum-metal ores]. St. Petersburg, 2003, 487 p.

3. Khain V. E., Limonov A. F. Regional'naya geotektonika (tektonika kontinentov i okeanov) [Regional geotectonics (tectonics of continents and oceans)]. Tver', 2004, 270 p.

4. Chernyshov N. M., Chernyshova M. N. Rudonesushchaya rol' daek sul'fidnykh platinoidno-medno-nikelevykh rudno-magmатических system [Ore-bearing role of dikes of sulfide platinoid-copper-nickel ore-magmatic systems]. *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geology. Scientific journal*, 2008, no. 2, pp. 109–132. (In Russian).

5. Sher S. D. Металлогения золота (Евразия, Африка, Южная Америка) [Metallogeny of gold (Eurasia, Africa, South America)]. Moscow, Nedra, 1974. 256 p.

6. Goldberg I. Aspects of geology of the Phoenix and Gaika. *Rhodesian Mining and Engineering Journal*, 1962, no. 4, pp. 23–24.

7. Du Toit A. The economic geology of the country around Kwekwe. *Zimbabwe Geological Survey Bulletin*, 1998, vol. 67, pt. 2, 84 p.

8. Foster R. P., Mann A. G., Stowe C. W., Wilson J. F. Archean gold mineralization in Zimbabwe. *Mineral deposits of Southern Africa*. Johannesburg, 1986, vol. 1, pp. 43–112.

9. Lightfoot B. *The lager gold mines of Southern Rhodesia*. Salisbury, 1934, 106 p.

10. MacGregor A. M. *The geology of the country around Que Que, Gwelo district*. Salisbury, 1932, 113 p.

11. Oberthür T., Saager R., Tomschi H. P. Geological, mineralogical and geochemical aspects of Archean Banded Iron-Formation-hosted gold deposits: Some examples from Southern Africa. *Mineral deposita*, 1990, vol. 25, pp. 125–135.

12. Pelletier R. A. *Mineral resources of South-Central Africa*. Cape Town, Oxford University Press, 1964, 277 p.

13. Phaup A. F. Gold in Rodesia. *Chamber of Mines Journal*, 1968, vol. 10, no. 7, pp. 30–32; no. 8, pp. 34–37.

14. Stowe C. W. Gold and associated mineralization in the Que Que Area, Rhodesia. *Special Publication of the Geological Society of South Africa*, 1979, no. 5, pp. 39–48.

1. Marfunin A. S. *Istoriya zolota* [The history of gold]. Moscow, Nauka, 1987, 246 p.

2. Naldrett A. Dzh. Magmатические sul'fidnye mestorozhdeniya medno-nikelevykh i platinometall'nykh rud [Magmatic

Степанов Виталий Алексеевич — доктор геол.-минерал. наук, профессор, гл. науч. сотрудник, Научно-исследовательский геотехнологический центр ДВО РАН (НИГТЦ ДВО РАН). Северо-Восточное шоссе, 30, г. Петропавловск-Камчатский, Россия, 683002. <vitstepanov@yandex.ru>

Stepanov Vitaliy Alekseyevich — Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Chief Researcher, Scientific Research Geotechnological Center FEB RAS (SRGC FEB RAS). 30 Severo-Vostochnoye shosse, Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, 683002. <vitstepanov@yandex.ru>