

УДК 553.078

РУДНЫЕ ПОЛЯ ВАЙКА (РЕСПУБЛИКА АРМЕНИЯ)

Р. С. МОВСЕСЯН^{1*}, А. Л. ГЮРДЖЯН^{2**}

¹ *Кафедра региональной геологии и разведки
полезных ископаемых ЕГУ, Армения*

² *ООО "НОРГЕО", Армения*

Исследования, проведенные в регионе с широким развитием криптоструктур, и геолого-структурный анализ полученных результатов дали возможность выявить закономерности локализации оруденения. Это позволило объяснить положение рудных полей, провести их оконтуривание, дать количественную оценку прогнозных ресурсов. Применение аналогичного подхода в других районах может способствовать повышению эффективности геологоразведочных работ.

Keywords: faults, ring structures, ore-controlling structures, ore fields, deposits, forecast resources.

Постановка вопроса. Целью и объектами локального прогнозирования являются рудные поля и месторождения в их пределах, а также количественная оценка их прогнозных ресурсов. Выявление рудоконтролирующих факторов, характера и интенсивности их проявления, оценка прогнозных ресурсов площадей является трудоемкой задачей, ввиду того, что разрывные нарушения, кольцевые структуры, магматические постройки, роль которых в локализации оруденения трудно переоценить, зачастую бывают слабо проявленными, скрытыми и для их выявления требуются новые подходы, неординарные методы исследования.

Для решения перечисленных задач наряду с традиционными методами в последние десятилетия активно используются новые – различные методы географической информационной системы – ГИС, дешифрирование космических снимков, палеорекострукции, морфоструктурный анализ и др. С их помощью возможно получить ранее не выявленные данные по геологическому строению изучаемой территории, которые необходимы для определения структурной позиции рудных полей, распознавания их строения, оценки рудного потенциала. Это несомненно будет способствовать повышению результативности геологоразведочных работ. Исследования, проведенные с привлечением космогеологических данных и методов ГИС, наряду с большой информативностью дают ощутимый экономический эффект, т.к. для их проведения требуются незначительные, по сравнению с традиционными методами, средства.

* E-mail: rubmov@ysu.am

** E-mail: gyurjyanarman@mail.ru

Полученные результаты. Для рудных объектов Вайка до наших исследований не были предложены схемы, объясняющие особенности локализации на территории таксонов класса рудных полей. Так как положение локальных скоплений оруденения в первую очередь определяют структурно-геологические критерии, целью наших предыдущих работ было выявление возможных крипто-структур, которые помогли бы пролить свет на специфику размещения оруденения. Большинство обнаруженных в регионе скрытых структур были описаны в наших предыдущих работах, там же были отмечены особенности размещения рудных объектов [1, 2]. Продолжив работы в этом направлении и получив новые данные, которые приводятся в статье, нами была выявлена закономерность локализации оруденения, проведено оконтуривание рудных полей, в которых расположены известные месторождения и проявления, выделены новые перспективные площади – потенциальные рудные поля, количественно оценены прогнозные ресурсы всех указанных таксонов по категориям P_2 и P_1 .

Прежде чем перейти к описанию полученных результатов, вкратце отметим следующее. При изучении территории Вайка были использованы методы экспозиции склонов и оттененный рельеф, созданные в ГИС, а также изображения местности, полученные в результате съемки с разрешением 10 м со спутника “Sentinel 2”. Для дешифрирования применили базовые спутниковые изображения ESRI WMS высокого разрешения [1]. В результате обнаружено свыше 200 объектов, 80 более четкие представляют собой линейные разломы, кольцевые и дугообразные структуры.

В регионе преобладают разломы широтного (субширотного), меридионального и СЗ направлений, сравнительно немногочисленны СВ нарушения. Крупные разломы крутопадающие, имеют большую протяженность в пределах РА – более чем на 50–70 км и простираются за пределы области; размеры диаметров кольцевых и дугообразных структур, количество которых 17, колеблются в диапазоне от 1 до 14 км.

На территории Вайка выделяем две крупные зоны парных разломов широтного (субширотного) простирания протяженностью более 70 км (рис. 1).

Первая расположена на севере и протягивается с запада на восток по усредненному направлению Горс–гора Сарцали. Зона представлена парными нарушениями, расстояние между которыми колеблется от 2,5 до 3,7 км. Падение нарушений южное, под крутыми углами, меридиональные и СЗ разломы при пересечении с разломами этой зоны не смещают их и, в свою очередь, сами не смещаются ими.

Южнее на расстоянии 18–20 км от первой по усредненной линии Мозров–г. Вайк–гора Амулсар с запада на восток протягивается вторая широтная зона парных разломов. На западе расстояние между нарушениями зоны составляет 1–2 км, а на востоке после пересечения с меридиональной структурой и по мере приближения к Амулсарскому массиву она расширяется, достигая почти 10 км. В отличие от северной, в нескольких местах южной зоны наблюдается обоюдное смещение ее СЗ и меридиональными разломами и, наоборот, последние смещаются ею.

Широтные, меридиональные и СВ нарушения представляют собой разломы фундамента, в связи с чем они по большей части скрытые, слабо

выражены в образованиях альпийского структурного этажа. В отличие от них структуры СЗ простирания имеют относительно молодой возраст и хорошо проявлены в образованиях палеогена и неогена.

Учитывая, что с кольцевыми структурами связано большое количество рудных месторождений и что для пространства, ограниченного окружностями, характерны общие черты геологического строения, для рассмотрения роли этого структурного элемента в локализации оруденения было проведено следующее построение. По дугообразным структурам, которые мы считаем сохранившимися участкам кольцевых структур, отчетливо проявленными на данном уровне эрозионного среза, были восстановлены отсутствующие части кольцевых структур (показаны тонкой линией) (рис. 1).

По размерам для региона выделяются: крупные структуры с диаметрами от 12,5 до 14 км, средние – 5,5–9,0 км и малые – от 1,0–4,5 км. В четырех кольцевых постройках отмечены более мелкие структуры.

Геолого-структурный анализ полученных данных позволил прийти к выводу, что на территории Вайка рудоконтролирующими являются отмеченные две широтные (субширотные) зоны парных разломов I–I' и II–II', вероятно, проявленные в фундаменте в виде зон глубинных разломов. Этот вывод подтверждают следующие факты. Во всех узлах пересечения широтных зон меридиональными, СЗ и СВ разломами расположены кольцеобразные структуры, интрузивные тела, в том числе самые крупные многофазные вулканические постройки, зоны метасоматитов, геохимические аномалии, промышленные месторождения и ряд рудопроявлений (рис. 1).

Учитывая эти факты, нами было проведено оконтуривание. Как видно из приведенной схемы, в качестве рудных полей выделены семь участков, описываемых ниже.

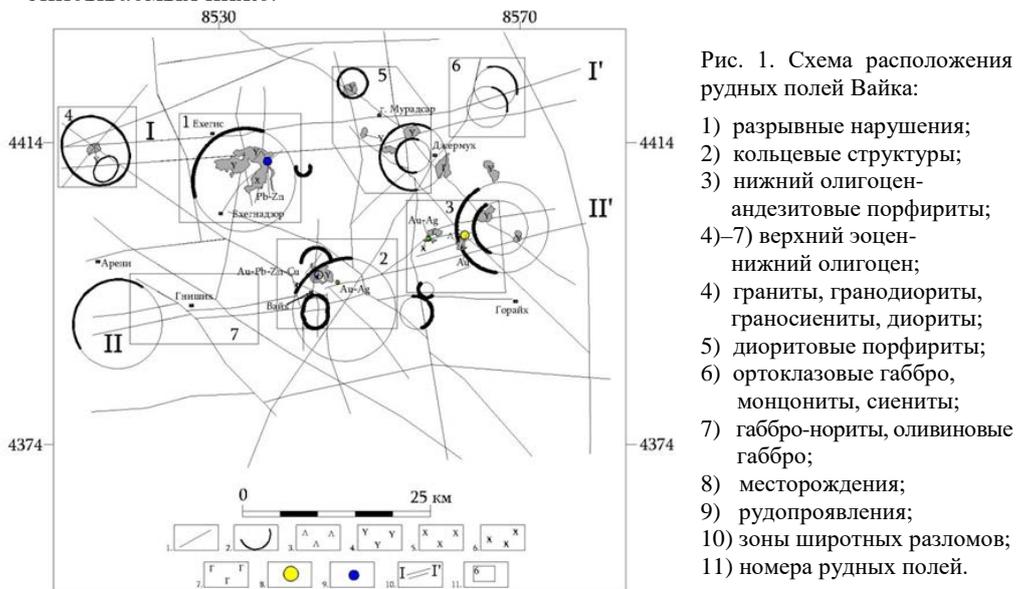


Рис. 1. Схема расположения рудных полей Вайка:

- 1) разрывные нарушения;
- 2) кольцевые структуры;
- 3) нижний олигоцен-андезитовые порфириты;
- 4)–7) верхний эоцен-нижний олигоцен;
- 4) граниты, гранодиориты, граносиениты, диориты;
- 5) диоритовые порфириты;
- 6) ортоклазовые габбро, монзониты, сиениты;
- 7) габбро-нориты, оливиновые габбро;
- 8) месторождения;
- 9) рудопроявления;
- 10) зоны широтных разломов;
- 11) номера рудных полей.

На западе северной широтной рудоконтролирующей зоны находится *Эллинское* рудное поле (4). Таксон расположен на пересечении западного

продолжения широтной зоны в участке пересечения с СЗ и СВ нарушениями. Согласно данным Качурину В.Ф. и др. [3], здесь расположена Петрахотская (Сачанлинская) вулканическая постройка, представляющая собой вулканокупольную структуру округлой формы диаметром около 7 км. В ее центральной части расположено субинтрузивное тело дацитов, имеющее вытянутость по разлому в СВ направлении, а на юго-востоке расположена кальдера проседания. По данным бурения, дациты на глубине сменяются субвулканическими гранодиорит-порфирами, к которым приурочено Элпинское Cu-Mo проявление [3]. Надрудная зона площадью 6–7 км² и мощностью 215 м представлена монокварцитами, алунитовыми и каолинитовыми с гидрагиллитом кварцитами, ниже которых располагается рудоносная зона с низкими содержаниями меди и молибдена. Согласно [3], в массиве вторичных кварцитов выявлены признаки золотоносности от 0,0п до 0,8 г/т (редко 1,0–1,2 г/т). Основываясь на этой информации и данных, полученных по Амулсарскому массиву и месторождению [4], считаем, что вторичные кварциты верхней надрудной толщи – монокварциты, алуниты и каолиниты – не что иное как передовые аргиллизиты [5, 6], образующие литокап, в котором рассеяно эпitherмальное высокосульфидное скопление золота.

Далее на восток расположено *Гладзорское* рудное поле (1). В нем находится одноименное жильное полиметаллическое месторождение и несколько рудопроявлений. Запасы руды Гладзорского месторождения 14,4 млн т, суммы металлов – свинца (4,34%) и цинка (4,92%) около 1,3 млн т; подсчитано количество золота – 9,8 т (сод. 0,63 г/т), серебра – 200,0 т (сод. 13,9 г/т).

Рудное поле вписывается в кольцевую структуру диаметром 14 км (рис. 2). Таксон охватывает область пересечения северной рудоконтролирующей структуры с меридиональными и СВ-ым нарушениями. В центре кольцевой структуры расположена полифазная Гладзорская интрузия, выход которой составляет 19 км². Она сложена верхнеэоцен-олигоценовыми граносиенитами, диорит-порфиритами и нижнемиоценовыми порфиroidными гранитами; на площади развиты поля метасоматитов и геохимические аномалии.

Восточнее находится *Мурадсарское* рудное поле (5), которое расположено на пересечении северной широтной зоны I–I¹ с меридиональными и СЗ разломами. Здесь выявлены две кольцевые структуры, южная из которых имеет внутреннее кольцо. Более половины территории покрыто среднечетвертичными лавами андезито-базальтов вулкана Мурадсар. Они перекрывают средне-верхнеэоценовые и миоплиоценовые вулканиты, из-под лав вскрываются небольшие выходы гранитов верхнеэоцен-олигоценового возраста и неогеновых липаритов, зоны гидротермально измененных пород, положительные геохимической аномалии, золото-полиметаллические проявления. Структура рудного поля напоминает Амулсарскую.

На крайнем северо-востоке на пересечении широтной зоны с СВ и близмеридиональным разломами (рис. 1) расположено *Сарцалинское* рудное поле (6). На площади расположены две дугообразные структуры диаметрами 7 км. Территория слабо эродирована и перекрыта молодыми лавовыми потоками. В ущелье р. Арпа, на правом ее борту, вскрыты зоны метасоматитов, в

том числе вторичных кварцитов, которые также имеют признаки золотоносности (0,2–0,5 г/т) – ореолы рассеяния золота.

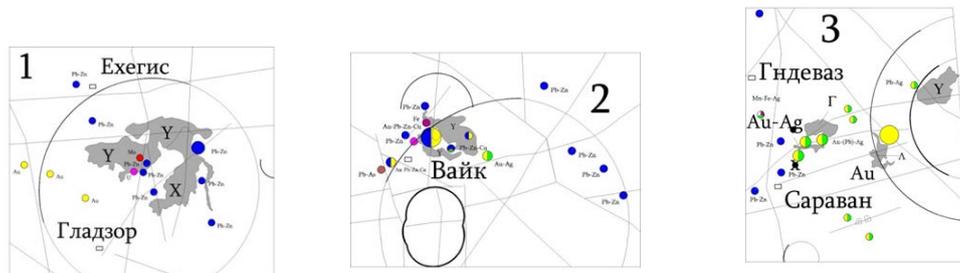


Рис. 2. Схемы Гладзорского (1), Азатекского (2) и Амулсарского (3) рудных полей. Условные обозначения приведены на рис. 1.

К южной широтной рудоконтролирующей зоны II–III (рис. 1) приурочены три рудных поля. В центральной ее части в сложно построенном узле, в котором развиты несколько кольцевых структур (диаметры – крупной 13 км, двух малых около 4 км) находится *Азатекское* рудное поле (2). Эта площадь пересечения широтной зона с СЗ, СВ и меридиональными разломами, здесь расположена Каятекская полифазная интрузия нижнеолигоценного возраста (площадь около 5 км²), поля метасоматитов, продуктивные геохимические аномалии, одноименное Au-полиметаллическое месторождение, небольшой объект Софи и несколько проявлений (рис. 1 и 2). Рудные тела Азатека представлены жилами и рудными зонами, запасы золота составляют 17,5 т (сод. 2,56 г/т), серебра – 393,0 т (сод. 57,7 г/т); руды содержат медь, свинец, цинк и сурьма.

На востоке территории находится *Амулсарское* рудное поле (3) с одноименным золоторудным месторождением эпитермального высокосульфидного семейства [7]. Здесь южная широтная зона расширенной мощности пересекает кольцевую структуру с внешними и внутренними дугами, которые секутся СЗ парными разломами; западная граница рудного поля проходит по меридиональному нарушению. Месторождение приурочено к крупной вулканической постройке, размещенной в участке пересечения внешней дуги с одной из ветвей зоны субширотных разломов. Оруденение штокверкового типа развито в литокапе, представленном монокварцитами, кварц-алунитовыми и кварц-рутиловыми метасоматитами. В рудном поле находится малое жильное эпитермальное среднесульфидное месторождение Какавасар и несколько рудопроявлений [4]. Запасы Au Амулсара – 74 т (сод. 0,83 г/т), Ag – 295 т (сод. 3,29 г/т) [7].

И наконец, прогнозируемое *Гнишикское* рудное поле (7). Оно тяготеет к участку пересечения южной рудоконтролирующей структуры с парными СЗ нарушениями, где присутствует крупная кольцевая структура. В отличие от других участков, здесь пока не обнаружены магматические тела, зоны метасоматитов, геохимические аномалии, рудопроявления, однако, учитывая его выгодную структурную позицию, выделяем его в качестве возможного рудного поля.

Принимая во внимание вышесказанное, проведем количественную оценку прогнозных ресурсов по категориям Р₁ и Р₂ по отмеченным рудным

полям. Для региона профильными являются золото и полиметаллы. Золото сконцентрировано в трех типах месторождений. Первый представлен эпитермальными объектами высоко- и среднесульфидного семейства с рассеянным и жильным типами оруденения; второй тип – это жилы и зоны с комплексным золото-полиметаллическим оруденением. Кроме того, значительные скопления Au находятся в жильных полиметаллических месторождениях.

Существуют различные группировки месторождений по масштабам – запасам, но ни одна из них не общепризнана. Для прогноза воспользуемся нормированной по кларку градацией месторождений, предложенной в [8]. Согласно предложенному подходу, пределы запасов малых месторождений золота колеблются в диапазоне 0,5–5 *t* с осредненной оценкой в 1 *t*, для средних – 5–50 *t* с осредненной оценкой в 10 *t* и для крупных – 50–500 *t* с осредненной оценкой в 100 *t* (там же приведены запасы для месторождений других металлов).

Учитывая эти данные и принимая за эталонные три главных рудных поля территории с промышленными запасами – Гладзорское, Азатекское и Амулсарское, приходим к следующим выводам.

В Азатекском поле расположено среднее по запасам месторождение в 17,5 *t* золота, по запасам серебра 393,0 *t* оно также входит в ту же группу. Наиболее “значимый” другой объект таксона – это малое месторождение Софи с запасами золота 0,64 *t*, серебра 51,2 *t*.

В Амулсарском рудном поле расположено одноименное эпитермальное высокосульфидное крупное месторождение штокверкового типа с запасами Au 74 *t* и Ag 295,0 *t*). Западнее в 4 км находится эпитермальное среднесульфидное Какавасарское малое месторождение с запасами Au 0,51 *t* и Ag 51,4 *t*.

Из отмеченного следует, что в каждом из двух рудных полей, в которых расположены крупные кольцевые структуры диаметром около 14 км, располагается по одному месторождению среднего и одному малого масштабов. По аналогии можно оценить перспективы Гладзорского рудного поля с теми же размерами кольцевой структуры. Здесь расположено среднее по масштабу полиметаллическое месторождение, запасы суммы металлов Pb+Zn которого составляют 1,3 млн *t*. По золоту (9,8 *t*) и серебру (200 *t*), соотношение запасов Au : Ag = 1 : 20, оно также попадает в группу средних объектов [8]. В этом рудном поле, по аналогии с предыдущими таксонами, прогнозируется малое месторождение полиметаллов с золотом, которое может иметь масштаб в 24 тыс. *t* суммы металлов плюс 1,0 *t* золота и 18,0 *t* серебра (осредненные значения для малых объектов соответствующих металлов).

С учетом фактов нахождения в рудных полях с крупными и сдвоенными кольцевыми структурами средних и крупных по масштабам месторождений, а в средних – мелких проявлений, осуществлена прогнозная оценка ресурсов по остальным рудным площадям.

В Элпинском рудном поле, приуроченном к небольшой кольцевой структуре диаметром 7 км, по аналогии с амулсарским типом оруденения в литокапе – в аргиллизитах прогнозируется эпитермальное золотое оруденение высокосульфидного типа малого масштаба с ресурсами золота в 1,0 *t* и Ag в 18,0 *t*.

На такой масштаб указывает и небольшое площадное распространение метасоматитов на этой площади, в несколько раз уступающее амулсарскому.

Аналогичные количество ресурсов золота (1,0 т) и Ag (18,0 т) прогнозируется в западном Сарцалинском рудном поле, значительно перекрытом современными лавами, в котором расположены две небольшие (диаметром 7 км) кольцевые структуры. Здесь выявлены каолинизация, серицитизация пород, а в хлорит-гидрослюдистых кварцитах отмечены зоны с содержанием золота в 0,2–0,5 г/т, имеются положительные геохимические аномалии.

По Мурадсарскому рудному полю, по большей части перекрытому лавами, имеющему структуру, повторяющую амулсарскую наличием средней сдвоенной кольцевой структуры, гидротермальных изменений (каолинизация, серицитизация), геохимической аномалий, а также жильного полиметаллического оруденения, по площади можно ожидать ресурсы суммы металлов Pb+Zn в 120 тыс. т, золота – 5 т, серебра – 80 т (верхние значения для малых объектов). То же количество прогнозных ресурсов по категории P₂ оценивается по прогнозируемому Гнишикскому рудному полю.

Заключение. На территории Вайка рудоконтролирующими являются две зоны парных широтных разломов. В узлах пересечения этих структур с меридиональными, СЗ и СВ разломами расположены кольцеобразные структуры, интрузии, вулканические постройки, зоны метасоматитов, геохимические аномалии и рудные объекты – месторождения разного масштаба и рудопроявления. Эти площади выделяются как рудные поля.

По сумме выявленных запасов и оцененных прогнозных ресурсов территорию Вайка можно отнести к среднепродуктивным регионам.

Поступила 28.02.2020

Получена с рецензии 09.03.2020

Утверждена 10.03.2020

ЛИТЕРАТУРА

1. Наапетян С.А., Мовсесян Р.С., Гюрджян А.Л. Опыт картирования линеаментов и кольцевых структур с помощью ГИС (на примере восточного Вайка). *Ученые записки ЕГУ. Геология и география*, **52** : 3 (2018), 167–173.
2. Наапетян С.А., Мовсесян Р.С., Гюрджян А.Л. Особенности размещения рудных объектов на территории Вайка. *Ученые записки ЕГУ. Геология и география*, **53** : 1 (2019), 22–29.
3. Качурин В.Ф., Меликсетян Б.М., Саркисян Г.А., Лисица А.А. Особенности геологического строения и основные черты рудности Зовашен-Варденинской вулкано-тектонической депрессии (Западный Вайк). *Изв. Арм ССР. Науки о Земле*, **4** (1975), 3–12.
4. Мовсесян Р.С., Гюрджян А.Л. Геолого-структурная позиция и типы оруденения Амулсарского рудного поля. *Изв. НАН РА. Науки о Земле*, **1** (2019), 10–20.
5. Sillitoe R.H. Porphyry Copper Systems. *Econ. Geol.* **105** (2010), 3–41.
6. White N., Hedenquist J. Epithermal Gold Deposits: Styles, Characteristics and Exploration. *Published in SEG News Letter*, **23** (1995), 1–12.
7. Արմյան Հ., Սնիսյան Ա. և ուր. Հաշվետվություն ՀՀ Վայոց Ձորի մարզի Ամուլսարի ոսկու հանքավայրում 2007–2010 թթ. Երկրաբանատեխնոլոգիական աշխատանքների արդյունքների վերաբերյալ 01.01.2011թ. դրությամբ՝ պաշարների հաշվարկմամբ: Եր., ՀՀ երկրաբանական ֆոնդեր (2011), 156 էջ:
8. Плющев Е.В., Кашин С.В., Соловьев Н.С. Месторождения, рудные узлы и металлогенические зоны как компоненты иерархической металлогенической системы. *Региональная геология и металлогения*, **65** (2016), 71–83.

Ռ. Ս. ՄՈՎՍԵՍՅԱՆ, Ա. Լ. ԳՅՈՒՐՋՅԱՆ

ՎԱՅԻ ՀԱՆՔԱՅԻՆ ԴԱՇՏԵՐԸ (ՀԱՅԱՍՏԱՆԻ ՀԱՆՐԱՊԵՏՈՒԹՅՈՒՆ)

Ա մ փ ո փ ո մ

Թաքնված կառուցվածքների լայն տարածում ունեցող շրջանում իրականացված հետազոտությունները և ստացված արդյունքների երկրաբանական-կառուցվածքային վերլուծությունը հնարավորություն ընձեռեցին բացահայտելու հանքայնացման տեղայնացման օրինաչափությունները: Դա թույլ տվեց բացատրել հանքային դաշտերի դիրքը, կատարել նրանց եզրագծումը և տալ կանխատեսումային ռեսուրսների քանակական գնահատականը: Նման մոտեցման կիրառումը կարող է նպաստել այլ հանքային շրջաններում երկրաբանական-հետախուզական աշխատանքների արդյունավետության բարձրացմանը:

R. S. MOVSESYAN, A. L. GYURJYAN

ORE FIELDS OF VAYK (REPUBLIC OF ARMENIA)

Summary

Studies conducted in a region with a wide development of crypto structures and a geological and structural analysis of the results made it possible to identify patterns of localization of mineralization. This made it possible to explain the position of the ore fields, to outline them, to quantify the estimated resources. The application of a similar approach in other areas may increase the efficiency of geological exploration.