

УДК 553.612:5192

ВОЛКОВА Т.П. (ДонГТУ)

РУДОКОНЦЕНТРИРУЮЩАЯ СТРУКТУРА ВОСТОЧНОГО ПРИАЗОВЬЯ

Приазовский блок Украинского щита отличается весьма сложным геологическим строением. Территорию Приазовья слагают породы архея и протерозоя, относящиеся к самостоятельным структурным ярусам, каждый из которых характеризуется своим набором геологических формаций. Архейский ярус представлен в нижней толще, имеющей мощность 8–9 км, пироксеновыми кристаллосланцами, амфиболитами, биотитовыми гнейсами с пачками глиноземистых пород, а также безрудных и железистых кварцитов. Верхняя часть яруса, имеющая мощность 1 км, представлена глиноземистыми гнейсами, железистыми кварцитами, биотитовыми и серицито-кварцевыми сланцами и метапесчаниками. В протерозойском ярусе также выделяется нижняя и верхняя части. Первая из них представлена пестрой ритмично-слоистой толщей, состоящей из биотитовых, силлиманит-биотитовых, графит-биотитовых гнейсов, кварцитов, в меньшей степени, амфиболитов, пироксеновых сланцев. Верхняя часть сложена вулканогенными породами, биотитовыми гнейсами, железистыми кварцитами и известняками [1]. Наиболее сложное геологическое строение имеет Восточно-Приазовский микроблок. Это обусловлено наличием глубокометаморфизованных комплексов пород, разновозрастных интрузивных и субвулканических образований пестрого состава, широким распространением разномасштабных нарушений различных направлений, нередко сопровождаемых проявлениями метасоматоза и гидротермальной деятельности.

Приазовский мегаблок пережил несколько магматических этапов, с каждым из которых связаны месторождения определенных видов полезных ископаемых. Главной особенностью является наличие Восточноприазовского сиенит-граносиенитового плутона, с ранним, нижнепротерозойским этапом формирования которого связано появление Анадольских микроклиновых гранитов, претерпевших состояние расплава, а в более позднее время — пород Хлебодаровского, Южнокальчикского, Октябрьского и Каменномогильского комплексов. В последние годы доказана высокая перспективность Восточного Приазовья для выявления месторождений редких металлов. Основными моментами, определяющими формирование редкометального оруденения в Приазовье, по мнению большинства исследователей [1], можно считать следующее:

- контроль очаговой структурой и зонами долгоживущих региональных, в том числе и глубинных разломов;
- связь с многоэтапной тектоно-магматической и метасоматической активизацией;
- проявления локального щелочного и, в меньшей степени, карбонатного метасоматоза.

Материалы поисковых работ свидетельствует о проявлении в регионе не менее двух этапов рудогенеза. Первый этап относится к эпохе тектоно-магматической активизации Украинского щита позднепротерозойского возраста (1800–1650 млн. лет). С этим периодом связано формирование крупных интрузивных массивов, продуктивных на редкие металлы: Октябрьского (ниобий, тантал и цирконий), Володарского (цирконий, редкие земли), Екатериновского, Каменномогильского и Стародубовского (тантал, ниобий, редкие земли), Кальмиусского, Греко-Александровского и Талаковского (вольфрам, молибден, редкие земли) и других более мелких массивов.

В распределении этих структур на площади Восточного Приазовья решающую роль играют разломы. Для этих массивов характерны сложные породные комплексы, имеющие большую вертикальную и латеральную изменчивость. Это определяет значительную неоднородность самих интрузивных массивов. Второй этап редкометалльного оруденения связан с герцинской тектоно-магматической активизацией. В этот период формировались палеовулканические постройки, не вскрытые эрозией субвулканические тела и многочисленные дайки трахитового и трахиандезитового состава. С ними генетически связан щелочной метасоматоз, определивший появление богатых редкоземельных руд паризит-флюорит-карбонат-халцедонового (месторождение Петрово-Гнутовское, рудопроявления Пищевикское, Вербовое и др.) и ортит-флюорит-халцедонового составов (Анадольское рудопроявление). Редкоземельная минерализация представлена паризитом, бериллиевая — бавенитом, берtrandитом, реже гадолинитом и гентгельвином. В герцинский этап тектономагматической активизации формировались руды и других полезных ископаемых, в частности, флюорита (Покрово-Киреевское месторождение), цветных (молибдена, вольфрама, свинца) и благородных (серебро, золото) металлов, перспективные рудопроявления которых установлены в последнее время в бассейне р. Кальмиус. Все кристаллические породы перекрыты чехлом рыхлых отложений кайнозойского возраста мощностью от 2–5 до 85 м, что весьма затрудняет поиски месторождений полезных ископаемых и требует применения новых методов для выявления перспективных рудоносных площадей. Одним из таких методов является использование информационной энтропии при обработке геологических карт.

Известно, что рудоносные территории характеризуются максимальной неоднородностью геологического строения, геофизических и геохимических полей. Это объясняется тем, что для накопления рудных элементов в промышленных масштабах из кларковых содержаний, в которых они содержатся в литосфере, необходимо поступление дополнительной энергии, источником которой служит магматический очаг [2]. Длительность и многоэтапность развития позднемагматических процессов предопределяют множественность этапов отделения от магматического очага летучих и, связанных с ними, редких и рудных элементов, возможность многократного повышения аномальных концентраций как в теле самой интрузии, так и во вмещающих ее породах. Неоднократное интенсивное воздействие магматического очага и создает такие неоднородности в строении полей различных геологических показателей. Суммарным эффектом поступления отдельных порций энергии являются месторождения полезных ископаемых, в которых неоднородность проявляется не только в геологическом строении, но и в распределении содержаний рудных и сопутствующих оруденению элементов. Фиксировать неоднородность при графическом изображении полей различных геологических показателей удобнее всего с помощью энтропии.

В классической термодинамике и при расчете энергии рудообразования [2] энтропия рассматривается как экстенсивная функция состояния системы, а в теории информации она применяется как мера неоднородности для оценки сложности строения природных систем [3]. Практическая формула информационной относительной энтропии (H_r), используемая для расчетов степени неоднородности отдельных участков, следующая [3]:

$$H_r = - \frac{\sum p_i \cdot \ln p_i}{\ln n} \cdot 100\%,$$

где n — число анализируемых компонент в геологической системе; p_i — доля i -го компонента в системе;

Максимальное значение относительной энтропии ($H_r=1$) достигается при наличии всех компонент системы в равных долях ($p_1=p_2=p_3=\dots=p_n=1/n$).

Выделение областей максимальной неоднородности на территории Восточного Приазовья проводилось на геологической карте 1:200000 масштаба по нескольким показателям: магматическим породам, ориентировкам и порядкам тектонических нарушений, рельефу. Кроме того, были вынесены все месторождения и рудопроявления на эту же карту и определялись области их максимальной концентрации. Методика расчета заключалась в следующем. Вся анализируемая площадь разбивается на квадраты одного размера, который зависит как от масштаба карты, так и от дифференцированности анализируемого показателя. В данном конкретном случае был принят квадрат со стороной, равной 10 см. Устанавливается диапазон изменения каждого из вышеназванных показателей и число его компонент (n). В каждом квадрате определяется доля компонентов (p_i) и значение относительной энтропии. Затем по каждому показателю отстраивались изолинии энтропии. Положение изолиний максимальных значений энтропии фиксировало область максимальной неоднородности по данному показателю. Все расчеты и построения были проведены с помощью ПЭВМ.

Выделенные в результате такого расчета области максимальной неоднородности по каждому вышеназванному показателю практически совпали и оконтурили одну общую территорию Восточного Приазовья. В пределах этой области оказались практически все вынесенные на карту месторождения и рудопроявления. Выделенная структура имеет линейную форму северо-восточного простирания, охватывая все интрузивные массивы, разломы среднего ранга Восточного Приазовья. Для прослеживания глобальных систем линеаментов важное значение имеют результаты гравиметрических и магнитометрических исследований. Особенно это касается «закрытых» пространств древних платформ и молодых плит [4]. Поэтому дополнительно была проведена по той же методике обработка карт гравиметрических и магнитометрических полей Восточного Приазовья того же масштаба. Области максимальных значений энтропии этих полей подтвердили положение выделенной глобальной структуры, которая была названа рудоконцентрирующей. Такие структуры описаны в литературе под названием скрытых линеаментов и представляют собой ослабленные зоны, глубоко проникающие в земную кору и верхнюю мантию [4]. В результате этого линеаменты выполняют роль каналов, по которым происходит поступление прежде всего легкоподвижных компонентов из глубинных слоев земной коры. Обычно выделяют два типа таких структур [4]: одна определяет специализацию, а другая — концентрацию оруденения. В данном случае выделенная структура объединила месторождения и рудопроявления различной специализации, хотя большая часть была ориентирована на редкие металлы, поэтому ее можно считать концентрирующей. Внутри рудоконцентрирующей структуры специализацию на редкие металлы определяет ряд интрузивных массивов. Геологическая позиция массивов потенциально рудоносных на редкие металлы пород, как правило, приурочена к пересечению разнонаправленных разломов, один из которых формирует рудовмещающую отрицательную морфоструктуру, а другой осложняет ее внутреннее строение. При движении по этим разломам блоки, вмещающие массивы потенциально редкометально рудоносных пород, часто оказываются приподнятыми и выступают в виде мелких горстов II порядка, осложняющих грабены. Положение редкометальных месторождений относительно интрузивных массивов весьма разнообразно. Согласно современным представлениям [5], пространственное размещение редкометальных месторождений характеризуется кучным или линейным

расположением материнских для редкометального оруденения массивов интрузивных пород, а также самих рудных месторождений. На изученной территории большая часть массивов группируется в линейную структуру, очевидно связанную с областью повышенной проницаемости земной коры, а месторождения и рудопроявления характеризуются кучным расположением относительно интрузивных массивов. Обычно узловое распределение месторождений присуще оруденению, связанному не с собственно геосинклинальными циклами развития, а с орогенным этапом или более поздним этапом активизации платформ и щитов [5].

Для интрузивных массивов Восточного Приазовья весьма характерна концентрическая зональность (Октябрьский массив, Азовская структура). Концентрические и дуговые структуры неоднократно отмечались на космоснимках Восточного Приазовья [6]. Позднее геофизическими исследованиями была установлена гравитационная аномалия в основании Приазовского блока, подтвержденная обширным комплексом геофизических исследований (аномальные магнитные поля, повышенный тепловой сток). В пределах этой аномалии наблюдается широкое развитие магматических пород, занимающих около 30% всей площади Приазовья, и концентрация оруденения различного типа. Эти данные позволили предполагать наличие в основании этого Приазовского протоплатформенного массива мантийного диапира первично ультраосновного состава [6]. Размеры диапира доходят до 200 км. Этот диапир, имеющий воронкообразную форму, был прослежен на глубину до 130 км. В нижней своей части он сужается до 60 км [6]. Под Восточным Приазовьем зафиксирована центральная часть этого диапира, который ранее упоминался как восточно-приазовский батолит в ряде работ [7,8]. Очевидно, именно этот диапир был источником энергии, поступавшей по рудоподводящим каналам выделенной рудоконцентрирующей структуры при формировании многочисленных рудопроявлений и месторождений Восточного Приазовья.

Таким образом, выявленная рудоконцентрирующая структура может считаться наиболее перспективной площадью на выявление разнообразных рудопроявлений и месторождений полезных ископаемых. Локальные перспективные площади в пределах этой структуры концентрируются вблизи очаговых структур - интрузивных массивов Восточного Приазовья.

Библиографический список

1. **Петрология**, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов Украинского щита / К.Е. Есипчук, Е.М. Шеремет, О.В. Зинченко и др. — Киев: Наукова думка, 1990. — 236 с.
2. **Сафронов Н.И., Мещеряков С.С., Иванов Н.П.** Энергия рудообразования и поиски полезных ископаемых. — Л.: Недра, 1978. — 215 с.
3. **Великославинский Д.А., Елисеев Э.Н., Кратц К.О.** Вариационный анализ эволюции магматических систем — Л.: Наука, 1984. — 278 с.
4. **Минералогия** скрытых линзаметов и концентрических структур / И.Н. Томсон, В.С. Кравцов, Н.Т. Кочнева и др. — М.: Недра, 1984. — 272 с.
5. **Архангельская В.В.** Закономерности размещения эндогенных редкометальных месторождений. — М.: Недра, 1980. — 284 с.
6. **Оровецкий Б.П.** Мантийный диапиризм. — Киев, Наукова Думка, 1990. — 172 с.
7. **Кармазин П.С.** Приазовский батолит, его структурное и возрастное положение // Геологический журнал — 1970. — Т.30. — №5. — С.139–146.
8. **Кривдик С.Г., Ткачук В.И.** Петрология щелочных пород Украинского щита. — Киев: Наукова думка, 1990. — 401 с.