

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ,
МЕТОДИКА ИХ ПОИСКА И РАЗВЕДКИ

УДК 546.821+546.831:553.068.56(470.62)

И.А. ХОЛОДНАЯ, А.Э. ХАРДИКОВ

КРИТЕРИИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КИММЕРИЙСКИХ ТИТАН-ЦИРКОНИЕВЫХ
РОССЫПЕЙ ЮГА РОССИИ

Изучен вещественный состав киммерийских отложений Таманского п-ова. Основными типами пород являются мономинеральные кварцевые и циркон-рутил-ильменитовые пески, а также алевриты. Выявлены тектонические, литолого-фациальные и минералого-петрографические критерии прогнозирования титан-циркониевого сырья.

В настоящее время Россия испытывает недостаток в титановом и циркониевом сырье. Для укрепления минерально-сырьевой базы титана и циркония необходимо освоить россыпные месторождения, разработка которых экономически наиболее выгодна. Юг России обладает значительными перспективами на титан-циркониевые россыпи. Ряд россыпных проявлений и месторождений, приуроченных к отложениям различных стратиграфических подразделений, выявлен в Ставропольском крае [6]. На Таманском п-ове геологами Северо-Кавказской экспедиции в 1973 и 2001 гг. также установлены проявления титан-циркониевых минералов в киммерийских и понтических отложениях. К наиболее крупным относятся Приморское, Сенное, Голубицкое, Гостагаевское, Чекупское, Горновеселовское, Джигинское и др. Содержание рудных минералов изменяется от 4,9 (Сенное) до 32 кг/м³ (Джигинское) при мощности рудоносных отложений от 52 до 7,15 м соответственно. Кроме того, повышенные концентрации минералов тяжелой фракции наблюдаются в современных отложениях на пляжах Таманского п-ова.

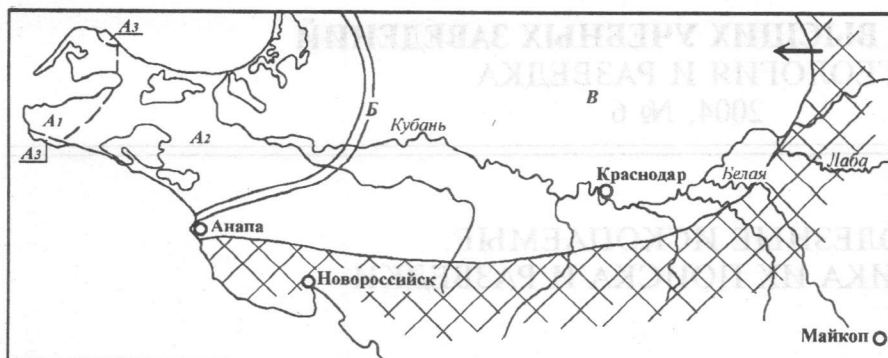
Цель проведенного исследования — определение критериев прогнозирования титан-циркониевого сырья на примере изучения киммерийских отложений Таманского п-ова. При этом особое внимание уделялось обломочным породам, являющимся концентраторами россыпеобразующих, в том числе титан-циркониевых, минералов. Учитывая опыт, накопленный литологами кафедры минералогии и петрографии РГУ при проведении прогнозно-поисковых работ на различные виды полезных ископаемых [1—3], мы считаем, что прогнозирование должно осуществляться на основе научно-обоснованных критериев локализации руд-

ных минералов. В качестве таких критериев необходимо рассматривать прежде всего тектоническое строение района, литолого-фациальные особенности формирования отложений и их минерально-петрографический состав.

Таманский п-ов в тектоническом отношении представляет собой поперечную депрессию, осложняющую южное крыло краевого Индоло-Кубанского прогиба, разделяющего мегантиклинории Большого Кавказа и Горного Крыма. Прогиб образовался в неогеновое время в зоне сочленения Альпийской геосинклинальной области и Скифской плиты в результате глубокого погружения ее юго-западного окончания. В процессе прогибания и заполнения осадками в течение миоцена и плиоцена расположение осевой зоны и контуры прогиба менялись. Судя по карте мощностей, область наибольшего прогибания в среднем плиоцене располагалась в районе Темрюкского залива, протягиваясь на восток до Краснодара и низовьев р. Псекупса.

Таманская депрессия в киммерийское время представляла собой мелководный морской бассейн, в котором накапливались преимущественно обломочные, глинистые и железистые осадки. Прилегающую часть Скифской плиты вплоть до р. Большая Лаба занимали многочисленные лиманы и лагуны, периодически затопляемые морем. По составу и строению разрезов Таманского п-ова и сопредельной территории выделены литолого-фациальные комплексы отложений: мелководного шельфа, прибрежно-морские, лагун и лиманов (рисунки).

Литолого-фациальный комплекс отложений мелководного шельфа распространен на всей территории Таманского п-ова. Осадки накапливались в условиях периодического взмучивания и перемещения морскими течениями. По особенностям со-



Палеогеографическая схема Таманского п-ова в киммерийское время: 1 — границы литолого-фациальных комплексов; 2 — границы субкомплексов; 3 — область денудации; 4 — направление выноса осадочного материала из областей денудации; литолого-фациальные комплексы отложений: А — мелководного шельфа; В — прибрежно-морских; С — лагун и лиманов; субкомплексы отложений: А₁ — песчаников, алевролитов и глин; А₂ — циркон-рутил-ильменитсодержащих песков и алевролитов; А₃ — оолитовых железных руд



става и строения литолого-фациальный комплекс отложений мелководного шельфа подразделяется на субкомплексы: 1) песчаников, алевролитов и глин, 2) циркон-рутил-ильменитсодержащих песков и алевролитов, 3) оолитовых железных руд.

Зона распространения субкомплекса песчаников, алевролитов и глин охватывает западную оконечность полуострова. Разрез субкомплекса вблизи мыса Панагия представляет собой ритмично переслаивающуюся толщу глин, алевролитов и песчаников общей мощностью 55—65 м.

Субкомплекс циркон-рутил-ильменитсодержащих песков и алевролитов занимает восточную часть полуострова. Зона распространения субкомплекса протягивается с севера на юг через весь полуостров полосой шириной 30 км. Западная граница четко прослеживается в районе пос. Приморский на севере и оз. Соленое на юге, восточная — вблизи г. Крымска. Отложения субкомплекса формировались в условиях мелководного шельфа, особенность которого — наличие различных аккумулятивных форм в рельефе дна: подводных валов, гряд, баров. Разрезы субкомплекса представлены хорошо отсортированными мелкозернистыми кварцевыми песками и алевролитами, включающими прослой с повышенной концентрацией минералов тяжелой фракции, в том числе рудных. Наиболее мощный разрез субкомплекса (71 м) находится на северной окраине пос. Сенного и представлен снизу вверх:

1. Песками светло-серыми с рыжими пятнами ожелезнения, тонкослоистыми, мелкозернистыми, кварцевыми; в них наблюдаются обломки песчаников. Мощность 0,5 м.

2. Песками светло-серыми, горизонтально-волнисто- и косослоистыми, мелкозернистыми, кварцевыми. В песках отмечены тонкие темные прослой (до 10 мм), обогащенные рудными минералами. Мощность 10 м.

3. Песчаниками бурыми, мелкозернистыми, крепкими с конкрециями сидеритов. В песчанике выявлен прослой (0,5 м) песка светло-серого цвета. Мощность 5 м.

4. Глинами серыми, местами бурыми, с тонкими прослоями песка. Мощность 5 м.

5. Песками светло-серыми, местами бурыми, мелкозернистыми кварцевыми, с редкими прослойками (1—5 мм) песка с темными рудными минералами. Мощность 15 м.

6. Чередованием песков (2,0 м) с глинами (0,5 м). Пески светло-серые, мелкозернистые, косо- и волнистослоистые, кварцевые, в верхней части слоя обогащены рудными минералами. В строении глин отмечаются текстуры подводного оползания. Мощность 15 м.

7. Песками от светло-серого до белого цветов горизонтально-слоистыми, мелкозернистыми, с прослоями песка среднезернистого, косослоистого. Мощность 4,5 м.

8. Песками светло-серыми, белыми, мелкозернистыми, кварцевыми с включениями слюдястых минералов. Наблюдаются прослой (15—30 см) песка горизонтально- и волнисто-слоистого, обогащенного рудными минералами. Мощность 12 м.

9. Песками светло-серыми, белыми, мелкозернистыми, горизонтально-слоистыми, слюдясто-кварцевыми. Мощность 4,0 м.

Отложения субкомплекса оолитовых железных руд приурочены к зонам распространения мшанковых построек, которые препятствовали развалению железистых коллоидов терригенным материалом [4]. Разрез субкомплекса представляет собой пачку переслаивания глинистых, алевролитовых и песчаных пород с преобладанием глин. В песчаниках и алевролитах присутствуют прослой и линзы оолитовых железных руд, сидеритовые конкреции, а также тонкие редкие прослой песка волнисто- и косослоистого, кварцевого, с включениями рудных минералов. Мощность отложений субкомплекса изменяется от 18,5 м до 50 м. В пределах Таманского п-ова мшанковые постройки широко распространены вблизи мысов Железный Рог, Панагия, Тузла.

Литолого-фациальный комплекс прибрежно-морских отложений формировался в непосредственной близости от береговой линии, положение которой в течение киммерийского века постоянно менялось. На близость берега указывает наличие в разрезах мыса Железный Рог обломков раковин и песчаных пород, а также высокое содержание полевого шпата (до 30%) в разрезах вблизи ст. Варениковская и г. Крымска.

Литолого-фациальный комплекс отложений лагун и лиманов распространялся на территории Скифской плиты восточнее г. Крымска [5]. Основная роль при формировании лагун принадлежала баровым сооружениям, которые отделяли часть моря. Лиманы в отличие от лагун образовывались в

устьевых частях Палеокубани. И лагуны, и лиманы периодически затапливались морем, поэтому накапливающиеся глинистые осадки чередовались с песчаными и алевроитовыми с примесью псефитового материала.

При детальном изучении обломочных пород было установлено, что наибольшим распространением пользуются алевроиты крупнозернистые, песчаные (табл. 1) и пески мелкозернистые, алевроитистые (табл. 2). Преобладают мономинеральные кварцевые породы. Учитывая практическую и теоретическую значимость обломочных пород с содержанием рудных минералов свыше 2%, нами при подразделении пород использовалась классификация В.Н. Шванова [7]. Помимо кварцевых были выделены циркон-рутил-ильменитсодержащие пески и алевроиты. В выделенных породах легкая фракция составляет 93,6—92,7%. Содержание минералов тяжелой фракции 6,4—7,3%, причем их количество возрастает в алевроитовых породах.

Легкая фракция на 97—100% состоит из кварца, кроме того, присутствуют полевой шпат и мусковит (до 3%). Вблизи ст. Варениковская и г. Крымска содержание полевого шпата в обломочных породах возрастает до 30%. Кварцевые зерна представлены двумя типами. Зерна первого хорошо окатаны, слегка буроватые, полупрозрачные, разбиты микротрещинами, в которых наблюдаются включения лимонита. Зерна второго типа полуугловатые и угловатые, бесцветные и прозрачные. Оба типа кварцевых зерен могут присутствовать в одной пробе. Однако зерна второго типа в основном тяготеют к фракции 0,1—0,5 мм.

В тяжелой фракции преобладают немагнитные минералы (табл. 3), количество магнетита 0,1—0,9%. При изучении морфологических особенностей минералов тяжелой фракции установлено, что минералы одного вида часто различно окатаны.

Магнетит: слабоокатанные и окатанные зерна, реже обломки кристаллов октаэдрической формы со штриховкой на гранях, черного цвета с буроватым оттенком в результате частичной лимонитизации, непрозрачные. Поверхность окатанных зерен гладкая, полированная с ямками.

Ильменит: окатанные и угловатые обломки железно-черного цвета, непрозрачные, реже с коричневым оттенком вследствие частичной лейкоксенизации.

Циркон: окатанные зерна яйцеобразной формы и обломки кристаллов в виде хорошо развитой тетрагональной призмы, бесцветные, реже розовые и прозрачные с алмазным блеском.

Дистен: окатанные удлиненно-призматические и таблитчатые обломки с закругленными углами. При дроблении, благодаря совершенной спайности, получались осколки прямоугольной формы с ровными прямолинейными очертаниями. Зерна бесцветные, прозрачные с трещинками отдельности.

Сфен: слабоокатанные и неокатанные прозрачные зерна неправильной формы желтого и медово-желтого цветов со стеклянному до алмазного блеском. Дробленные осколки остроугольные с неровным или слабо раковистым изломом.

Таблица 1

Порода	Гранулярный состав алевроитовых пород, %			
	Фракция, мм			
	1,0—0,5	0,5—0,25	0,25—0,1	< 0,1
Алевроит псаммитовый	2,6—1,7	17,1—14,6	22,9—29,4	57,4—54,3

Таблица 2

Порода	Гранулярный состав песчаных пород, %							
	Фракция, мм							
	> 0,4	0,4—0,315	0,315—0,2	0,2—0,16	0,16—0,1	0,1—0,063	0,063—0,05	< 0,05
Песок алевроитистый	1,0	1,7	11,9	33,1	33,5	11,1	1,0	1,8

Таблица 3

Минеральный состав тяжелой фракции песков и алевроитов, %

Минерал	Содержание
Ильменит	30 — 33,3
Дистен	12,5 — 10,7
Ставролит	10,1 — 6,7
Пироксен	9,5 — 8,3
Сфен	8,7 — 7,3
Турмалин	7,7 — 4,8
Рутил	7,2 — 5,2
Циркон	6,7 — 4,1
Амфибол	5,5 — 2,6
Гранат	1,1 — 0,9

Рутил: окатанные зерна яйцеобразной и игольчатой форм и неокатанные неправильной формы, темно-красного, иногда черного цветов, прозрачные и полупрозрачные, в единичном случае отмечен коленчатый сросток кристаллов.

Ставролит: слабоокатанные обломки неправильной формы желтовато-бурого цвета, прозрачные с неровным изломом и стеклянному блеском, ноздреватые с темно-серыми включениями, по-видимому, углистого вещества.

Турмалин: окатанный, грязно-зеленовато-бурый, прозрачный. Габитус удлиненно-призматический. Штриховка на гранях ввиду хорошей окатанности отсутствует.

Амфиболы: окатанные зерна таблитчатой, удлиненно-призматической и игольчатой форм, темно- и светло-зеленого цветов. Поверхность зерен неровная, по трещинам спайности в большом количестве развиваются слюдяные минералы.

Гранаты: окатанные зерна изометричной формы светло-розового цвета, прозрачные с раковистым изломом и стеклянному блеском.

По минеральному составу и степени окатанности минералов тяжелой фракции нами выделены гранат-дистен-ставролитовая ассоциация метаморфических пород и циркон-рутил-турмалиновая, а также сфен-магнетит-ильменитовая ассоциации магматических пород. Резкая угловатость зерен кварца и тяжелых минералов, а также значительное

содержание неустойчивых минералов, таких как полевые шпаты, пироксены и амфиболы, свидетельствует о существовании близко расположенной области размыва, которой могла являться разрастающаяся кавказская суша. Однако присутствие наряду с обломками кристаллов хорошо окатанных терригенных минералов и обломков пород позволяет определить наличие области размыва, сложенной осадочными породами. Эта область соответствует Ставропольскому своду, который в киммерийское время был сушей. Минеральный состав тяжелой фракции сарматских отложений Ставропольского свода сходен с таковым киммерийских отложений Таманского п-ова [6]. По-видимому, сарматские отложения Ставропольского свода являлись промежуточным коллектором для терригенных минералов размываемого Украинского щита. В дальнейшем при размыве Ставропольского свода вновь высвобожденные тяжелые минералы перемещались и отлагались в баровых сооружениях киммерийского моря. Определенную роль в аккумуляции ценных минералов сыграли также и мшанковые постройки. Все выявленные в киммерийских отложениях Таманского п-ова титан-циркониевые россыпи приурочены к этой зоне. Они ориентированы субмеридионально и расположены несколькими рядами, что указывает на существование целого ряда баровых тел в киммерийском морском бассейне.

Изучение геологического строения, состава и условий образования киммерийских отложений Таманского п-ова позволило установить критерии прогнозирования промышленно значимых объектов титан-циркониевого сырья.

Тектонический критерий. Киммерийские отложения Таманского п-ова формировались в краевом прогибе, образованном в зоне сочленения альпийской складчатой области и Скифской плиты.

Литолого-фациальный критерий. В течение всего киммерийского времени Таманский п-ов и юго-западная часть Скифской плиты были покрыты мелководным морем. Береговая линия проходила вблизи г. Крымска. Однако в результате эпейрогенических тектонических движений береговая линия неоднократно меняла положение. Прилегающую территорию Скифской плиты занимали многочисленные лиманы и лагуны, отделенные от морского бассейна барами. Повышенные концентрации рудных минералов связаны с отложениями, сформированными в мелководных условиях на участках развития баровых и мшанковых построек.

Минералого-петрографический критерий. Тяжелые минералы, в том числе рудные, тяготеют к мелкозернистым псаммитовым и крупнозернистым алевритовым образованиям. По составу вмещающие пески и алевриты в основном кварцевые. Минеральный состав тяжелой фракции и различная степень окатанности терригенных минералов свидетельствуют об образовании продуктивных отложений за счет переыва осадочных пород Ставропольского свода и разрушения магматических и метаморфических пород кавказской суши.

Выявленные на основании изучения киммерийских отложений критерии прогнозирования титан-циркониевых россыпей могут быть применены при прогнозировании данного вида сырья в отложениях других стратиграфических подразделений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бойко Н.И., Власов Д.Ф., Голиков-Заволженский И.В., Пушкарский Е.М., Седлецкий В.И. Справочник по месторождениям неметаллических полезных ископаемых Краснодарского края. Ч. 1. Строительные материалы. Р/Дону: Изд-во РГУ, 1975. 515 с.
2. Бойко Н.И., Власов Д.Ф., Голиков-Заволженский И.В., Пушкарский Е.М., Седлецкий В.И. Справочник по месторождениям неметаллических полезных ископаемых Краснодарского края. Ч. 2. Горно-химическое, горнорудное сырье и сырье для металлургии, торф. Р/Дону, 1975. 200 с.
3. Бойко Н.И., Седлецкий В.И., Талпа Б.В. Прогнозирование неметаллических полезных ископаемых на Северном Кавказе. Р/Дону: Изд-во РГУ, 1986. 256 с.
4. Бойко Н.И. Происхождение киммерийских железных руд Азово-Кубанского региона // Руды и металлы. 2000. № 5. С. 44–50.
5. Геология Большого Кавказа (Новые данные по стратиграфии, магматизму и тектонике на древних и альпийском этапах развития складчатой области Большого Кавказа) / Г.Д. Аджирей, Г.И. Баранов, С.М. Кропачев и др. М.: Недра, 1976. 263 с.
6. Рудянов И.Ф. Условия формирования титан-циркониевых россыпей Ставропольского россыпного района // Проблемы геологии и геоэкологии Южнороссийского региона. Новочеркасск: Набл, 2001. С. 159–170.
7. Шванов В.Н. Петрография песчаных пород (компонентный состав, систематика и описание минеральных видов). Л.: Недра, 1987. 269 с.

Ростовский государственный университет
Рецензент — Г.Н. Пилипенко