

doi: <https://doi.org/10.15407/gpimo2019.01.074>

**Ю.И. Иноземцев, А.А. Парышев,
З.В. Красножина, Н.А. Маслаков**

ГНУ «Центр проблем морской геологии, экологии
и осадочного рудообразования» НАН Украины, Киев

МАГНЕТИТ ИЗ ПРИБРЕЖНО-МОРСКИХ РОССЫПЕЙ ЧЕРНОГО И АЗОВСКОГО МОРЕЙ

В статье приведена информация о характере распределения и минеральном составе современных прибрежно-морских россыпей Черного и Азовского морей. Выделены следующие основные типы россыпей: ильменит-рутил-цирконовые, иногда с примесью монацита; магнетит-титаномагнетитовые с цирконом и ильменитом; гранатово-магнетитовые и магнетитовые. Приведены результаты минералого-геохимических исследований магнетитов из основных россыпей и россыпей проявлений.

***Ключевые слова:** Черное, Азовское моря, прибрежно-морские россыпи, магнетит.*

Введение

Бассейн Черного моря — интересный и перспективный район развития морских россыпей. Своеобразие бассейна Черного моря, его гидродинамического режима и геологической истории, различия литологического и петрографического состава осадочных и изверженных пород окружающих море регионов, наличие многочисленных речных артерий — все это определяет своеобразие развития россыпей на границе суши и моря, разнообразие минерального состава (рис. 1).

Для современных россыпей Черного и Азовского морей характерна относительная ограниченность комплекса полезных минералов, среди которых преобладают ильменит, рутил, циркон, реже монацит, а также магнетит, своего рода черноморский космополит, который встречается повсеместно. Остальные рудные минералы, в частности, такие как алмаз, золото, монацит, хромит промышленного значения пока не имеют, хотя и встречаются в виде единичных находок.

© Ю.И. ИНОЗЕМЦЕВ, А.А. ПАРЫШЕВ, З.В. КРАСНОЖИНА,
Н.А. МАСЛАКОВ, 2019

По минеральному составу можно выделить два основных типа россыпей Черного моря: 1) ильменит-рутил-цирконовые, иногда с примесью монацита (Северное Приазовье, северо-западная часть черноморского шельфа — о. Джарылгач, Днепровско-Бугский лиман); 2) магнетит-титаномагнетитовые с цирконом и ильменитом (Южная Болгария, Турция к западу от Босфора), гранатово-магнетитовые (район Таманского побережья — Анапа — оз. Соленое — Железный Рог), магнетитовые (Грузия, Турция восточнее Босфора близ Дершиле).

Ильменит-рутил-цирконовые россыпи приурочены преимущественно к северной части Черного и Азовского морей, что обусловлено формированием их за счет размыва Украинского кристаллического щита, сложенного, главным образом, породами кислого состава.

Черноморские россыпи с преобладанием магнетита в тяжелой фракции сформировались за счет размыва более молодых, чаще всего мезо-кайнозойских толщ, слагающих горные сооружения Кавказа, Балкан, Крыма. В разрезе этих альпийских сооружений существенную роль играют вулканиты, основные и кислые породы. На болгарском, кавказском и турецком побережьях магнетит накапливается как за счет прямого размыва рудовмещающих толщ морем, так и за счет выноса рудного материала сравнительно короткими речными артериями. Несколько особняком стоит в ряду прибрежно-морских россыпей магнетитогранатовая залежь близ Соленого озера у Анапы, где она совершенно обособлена от других рудопоявлений черноморского побережья Кавказа и, несомненно, связана с перемывом аллювиальных отложений палео-Кубани.

Ниже приводится более подробное описание основных россыпей Черного моря, сложенных преимущественно магнетитом.

Болгарское побережье. Наиболее значительные россыпепроявления магнетита приурочены к прибрежным пескам Несебрыского и Бургасского заливов Южной Болгарии.

Начало их исследования относится к 1912 г. В последующем их изучением занимались В.И. Цветкова-Голева [16], Е.Ф. Шнюков, Ю.В. Соболевский, А.В. Григорьев [20], П.С. Димитров, З.Т. Новикова [6] и др. По данным этих исследований, обобщенных Е.Ф. Шнюковым [19], магнетитовые пляжевые пески простираются на 50 км от г. Несебр до г. Созопол.

Магнетит приурочен к песчаным отложениям аккумулятивных и аккумулятивно-абразионных участков берега. Содержание тяжелой фракции, где преобладает магнетит, в пляжных песках достигает 50 % (Георгиев, 1975), с глубиной моря уменьшается и глубже 15 м не превышает 1—3 %. В пляжевых отложениях магнетит слагает тонкие линзы и слои толщиной от миллиметра до нескольких сантиметров. Самые значительные концентрации магнетита в мелкопесчаных осадках пляжей установлены севернее и восточнее г. Бургас.

Вместе с магнетитом встречаются ильменит, хромит, циркон, рутил, гематит, лейкоксен, пироксены, гранаты, амфиболы, сфен, ставролит, эпидот и др. [16].

По мнению В.И. Цветковой-Голевой (1975), источником магнетита и других минералов тяжелой фракции чаще всего являются меловые и другие вулканиты Бургасского синклинория и разновозрастные породы Странджанского антиклинория. Совместные украинско-болгарские исследования, выполненные на судне «Геохимик» (Шнюков, Асланов, Хрисчев, 1976), показали важную роль аллювиальных отложений мелководной зоны шельфа как промежуточно-

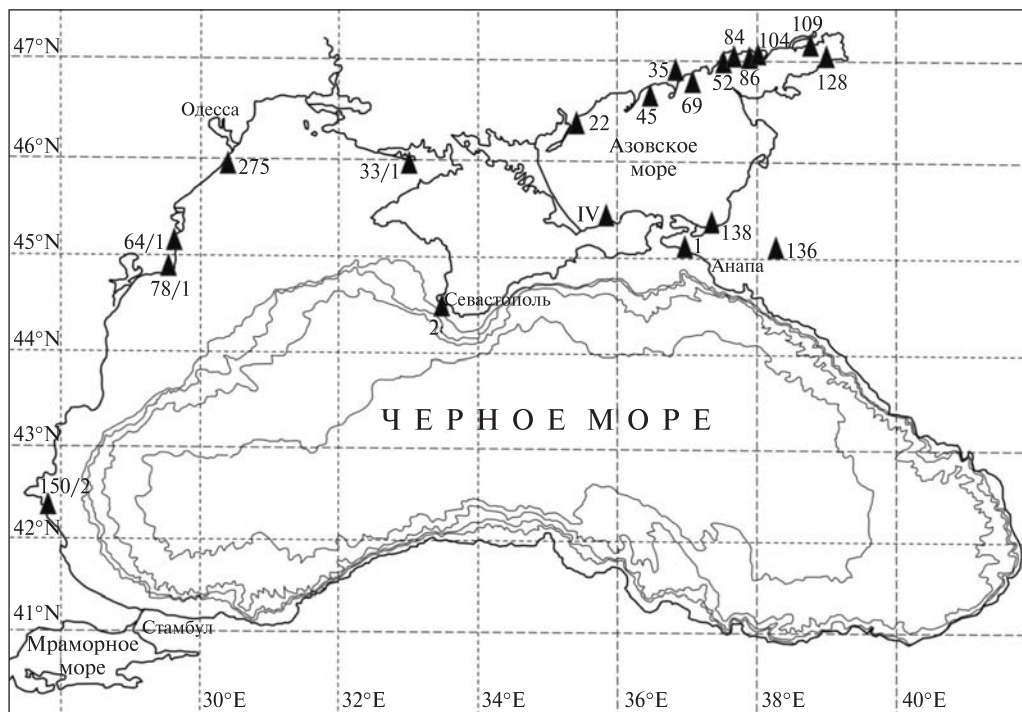


Рис. 1. Карта-схема отбора образцов из прибрежно-морских россыпей Азово-Черноморско-го бассейна

го коллектора магнетита и их последующий перемыв в древнечерноморский момент четвертичной истории Черного моря. В разрезе отложений Бургасско-Несебырского района фиксируются два слоя аллювиальных отложений, за счет размыва которых и формируются рудные россыпи.

Магнетитовые россыпи Болгарии представляют собой пляжевые образования мощностью 0,4–0,5 м, реже до 1 м и шириной до 50–100 м. Среднее содержание концентрата магнетита в пляжевых отложениях Бургасского залива составляет 100–150 кг/м³, максимальное — 500 кг/м³. По данным В.И. Цветковой-Голевой (1974), на ряде участков побережья (с. Сафарово и м. Ахелой) магнетит является наиболее распространенным минералом, где его содержание колеблется от 1444 кг/м³ на пляже в районе с. Сарафово и 1972 кг/м³ в районе м. Ахелой.

На некоторых участках (г. Поморие и Созопол) содержание магнетита меньше 1 кг/м³. Из других минералов тяжелой фракции наиболее высокое содержание (11–16 %) характерно для ильменита, а также хромита (6,9–12,9 %) (южнее Бургаса). Кроме этих основных минералов в тяжелой фракции содержатся пироксен, циркон, сфен, гранат, апатит, монацит, хромшпинелиды, эпидот, пирит. Пироксены (гиперстен, диопсид) севернее г. Поморие составляют 70–90 % тяжелой фракции. Содержание тяжелой фракции в прибрежных осадках уменьшается с глубиной и на отметках более 10 м не превышает 2–3 %.

Россыпепроявления Болгарии образовались за счет размыва протерозойских и мезозойских осадочно-вулканогенных пород южной питающей провинции, охватывающей площадь, ограниченную на севере Забалканским глубин-

ным разломом (широта устья р. Хаджийска), на юге устьем р. Резовска (турецкая граница) и на западе горным хребтом Странджа. Далее к югу отмечается полоса бедного оруденения и лишь близ Босфора (Турция, селения Кифталан и Шиле) вновь появляются богатые россыпепроявления магнетита.

Россыпи Грузии. Впервые магнетитовые россыпи Грузии были описаны К.Н. Габуния в 1933 г. [3]. В дальнейшем они были детально изучены и разведаны в 1964 г. Ф.Т. Парцвания и Н.Т. Оситашвили, а в 1977 г. К.И. Джанжгавой и Г.Е. Яшвили [5]. Установлено, что между устьями рек Чорох и Бзыбь запасы магнетита в пляжевых отложениях достигают 40—45 млн тонн. Наибольший интерес представляет Урекский участок между реками Супса и Натанеби длиной около 12 км. Кобулетский участок между реками Натанеби и Кинтриши длиной 11 км значительно беднее. На Урекском участке магнетит накапливается преимущественно в волноприбойной зоне современного пляжа и береговых валах, а также в отложениях более высоких (до 2—4 м) нимфейской и новочерноморской террас. Содержание магнетита в этих отложениях достигает 10—15%. Повышенные содержания магнетита отмечаются на подводном склоне между реками Супса и Натанеби на глубинах 7—10 м, где К.И. Джанжгава и Г.Е. Яшвили предлагали заложить два экспериментальных карьера по добыче магнетитовых песков.

Прибрежно-морские россыпи Грузии формируются за счет выносов аллювия реками Рион, Супса, Натанеби, Ингури, Кодори, Бзыбь, Галидзга и др. Основным источником магнетита считаются андезиты и андезит-базальты Аджаро-Имеретинского хребта (Т.А. Твалчрелидзе [14]). Кроме магнетита в песках пляжа обнаружены титаномагнетит, эпидот, амфиболы, оливин, ильменит, хлорит, сфен, рутил, гранат, апатит, слюды, пироксены.

Минералогические особенности магнетитов

В ходе изучения путей поступления магнетита в акваторию Черного моря проводилось минералогическое изучение и описание магнетита, привносимого реками Дунай, Днестр, Кубань, а также из коренного берега в районе г. Мариуполь (у с. Широкино).

Магнетит из прибрежно-морских россыпей Болгарского шельфа встречается в виде зерен октаэдрической и ромбододекаэдрической формы и их обломков размером до 0,5—0,7 мм, в основном 0,15—0,22 мм. Черный, иногда с синеватой побежалостью, блеск металлический. Магнетиты Поморие слабоокатанные и неокатанные, доминируют грани {111} и {110}. Для магнетита Бургасского залива характерны окатанные зерна, часто с красно-бурыми налетами гематита, реже кристаллы — неокатанные. Грани кристаллов в основном шероховатые, а у совершенно неокатанных разностей — ровные, гладкие, блестящие. По данным В.И. Цветковой-Голевой (1975), поступление магнетита происходит из меловых пород и вулканитов Бургасского синклинория, а также разновозрастных пород Странджанского антиклинория.

Изученный магнетит мелководного шельфа Черного моря южного берега Крыма характеризуется присутствием неокатанных зерен и их обломков размером до 0,25 мм. Это свежие, неизмененные магнетиты черного цвета, с синеватой побежалостью и металлическим блеском. Источником их поступления в

Черное море, по-видимому, являются магматические и вулканические породы Горного Крыма.

Минералогический анализ магнетита прибрежных отложений Азовского моря показывает наличие в составе тяжелых фракций неокатанных и слабоокатанных обломков зерен темно-серого и черного цвета, часто измененного и покрытого налетами гематита красного, красно-бурого цвета, который при разламывании сохраняет внутри черную окраску и магнитные свойства. Кристаллы магнетита с хорошо выраженной октаэдрической формой относительно редки — до 1—2 %. Размер зерен иногда достигает 0,5 мм, в основном составляет 0,15—0,20 мм. Встречаются магнетиты, имеющие мелкокристаллическое, агрегатное строение.

Магнетит установлен среди основных и ультраосновных пород Западного Приазовья как ведущий акцессорный рудный минерал [11]. Нами изучен магнетит из коренного берега у с. Широкино. Он представлен очень мелкими угловатыми обломками зерен размером до 0,1—0,15 мм, сильно магнитный. Зерна октаэдрического облика не характерны. Изредка обломки зерен покрыты красноватым налетом.

Детальные магнитно-минералогические исследования пляжевых песков Грузии (Аджария) и Крыма (пос. Партенит) выполнили Ю.А. Курников и др. [10]. Установлено, что в пляжевых песках магнетит составляет до 10 % тяжелой фракции. Главными минералами являются пироксен и магнетит. В песках пос. Партенит магнетит выявлен в количестве 3 %, при основном минерале пироксене — 70 %.

Магнетит, привносимый р. Дунай, характеризуется преобладанием мелких слабоокатанных зерен размером до 0,25 мм, в основной массе — 0,1—0,15 мм. Черный, с сильным металлическим блеском и слегка шероховатой поверхностью. Отдельные зерна с красно-бурым налетом, черные внутри. Грани октаэдра слегка округлены в процессе окатывания. Магнетит, поступающий в Черное море в составе аллювия р. Днестр, несколько крупнее — до 0,3 мм, в основном — 0,15—0,2 мм. Это чистые слабоокатанные зерна черного цвета, практически без налета, обладающие металлическим блеском. Магнетит р. Кубань представлен слабоокатанными зернами черного и темно-серого цвета размером до 0,3 мм, в основной массе — 0,15—0,2 мм. Для некоторых зерен черного цвета характерна темно-синяя побегалость. Встречаются измененные красновато-бурые магнетиты, при раскалывании внутри черные.

Геохимические особенности магнетита из россыпей и россыпепроявлений Азово-Черноморского бассейна

Магнетит довольно интересен с геохимической точки зрения. Он обычно содержит в виде изоморфной примеси ряд химических элементов — Cr, V, Ti, Ni, Co, Mn и др.

Теоретически по химическому составу магнетит содержит FeO — 31 %, Fe₂O₃ — 69 %. Однако, для него характерна примесь до нескольких процентов TiO₂ (титаномагнетит), Cr₂O₃ (хромомангнетит). Изредка встречаются разности, богатые MgO (до 10 %), Al₂O₃ (15 %) и др. [2].

Ниже приведены результаты химического анализа ультраосновных пород Октябрьского массива Восточного Приазовья, в которых содержание TiO₂ со-

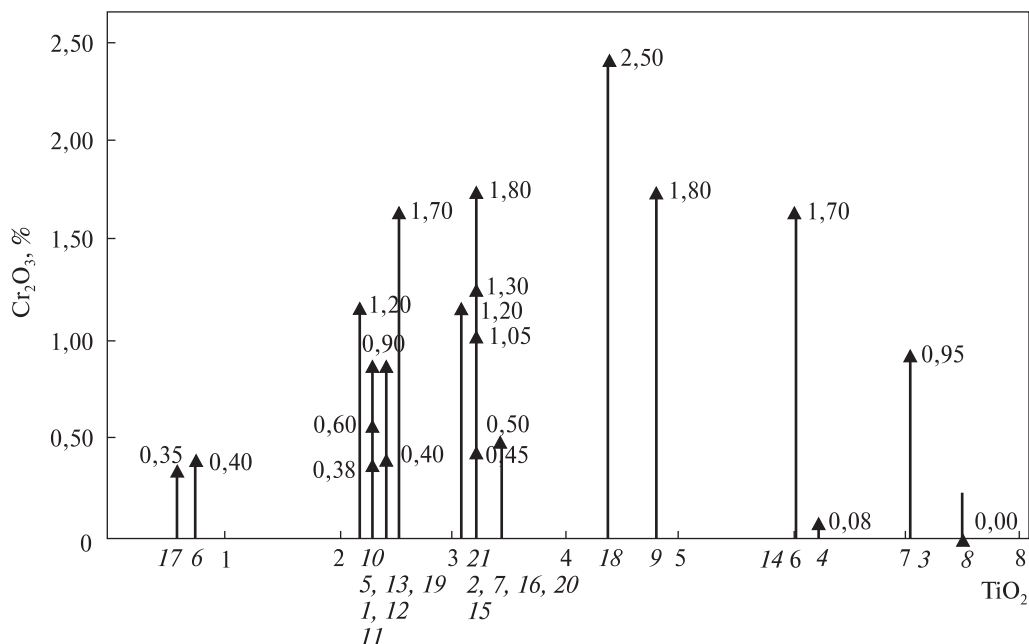


Рис. 2. Корреляция содержания Cr₂O₃ и TiO₂ в магнетитах из прибрежно-морских россыпей Черного и Азовского морей

Таблица 1. Химический состав магнетита (%), по [8]

Компоненты	84 Белосарайская коса ¹	1 Октябрьский массив ²	2 Октябрьский массив ³	5 Салтычанский массив ³
SiO ₂	0,69	0,65	1,58	0,82
TiO ₂	4,90	1,76	4,86	0,35
Al ₂ O ₃	1,20	0,07	1,60	Сл.
Cr ₂ O ₃	5,80	—	Сл.	—
Fe ₂ O ₃	61,21	67,94	61,31	66,51
FeO	23,71	26,95	30,63	29,28
MnO	0,28	2,19	0,12	0,06
MgO	0,50	0,15	—	—
CaO	0,33	0,30	0,20	1,30
Na ₂ O	0,33	—	—	—
K ₂ O	Сл.	—	—	—
P ₂ O ₅	0,32	—	0,05	0,15
H ₂ O	0,12	—	0,02	0,20
П.п.п.	0,20	—	—	—
Сумма	99,59	100,01	100,37	98,67

Примечание: ¹ Ю.И. Иноземцев, ² Н.А. Елисеев и др. (1965), ³ Ю.Ю. Юрк, Е.Я. Марченко, А.И. Чайка (1973).

ставляет 4,86 %, и магнетита из россыпей Белосарайской косы (к югу от г. Мариуполь) с содержанием TiO₂ 4,90 %, что может быть доказательством источника магнетита и других аксессуарных минералов (ильменит) из упомянутого кристаллического массива (табл. 1). Из других россыпепроявлений с наиболее высоким содержанием характеризуется титаномагнетит из песков юго-западно-

Таблица 2. Содержание примесей окислов химических элементов в магнетите из россыпей Черного и Азовского морей (%)

№ табл. и рис.	№ на карте (рис. 1)	SiO ₂	Al ₂ O ₃	MgO	CaO	MnO	TiO ₂	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
1	64/1	0,42	0,85	0,70	0,10	0,15	2,40	0,23	0,90
2	IV	0,55	2,40	1,30	0,15	0,52	3,20	0,30	1,30
3	84	0,45	1,05	0,75	0,17	0,57	7,00	0,08	0,95
4	275	0,50	1,10	0,90	0,15	0,50	6,20	0,20	0,08
5	78/1	0,35	1,0	0,70	0,25	0,15	4,30	0,13	0,60
6	33/1	0,25	0,80	0,35	0,17	0,05	0,75	0,08	0,40
7	1	0,70	1,4	1,3	0,52	0,70	3,20	0,22	1,80
8	2	0,30	0,30	0,25	0,40	0,65	7,50	1,40	—
9	22	0,35	1,2	0,8	0,20	0,55	4,8	0,15	1,8
10	35	0,75	1,15	0,65	0,25	0,20	2,2	0,18	1,2
11	45	0,45	1,2	0,75	0,35	0,28	2,5	0,17	1,7
12	52	0,55	1,0	0,8	0,45	0,30	2,4	0,18	0,40
13	69	0,40	1,2	0,6	0,10	0,35	2,3	0,18	0,38
14	84	0,38	3,5	1,0	0,30	0,70	6,0	0,14	1,7
15	86	0,40	1,15	0,55	0,40	0,40	3,4	0,21	0,5
16	104	~1,8	1,2	0,60	0,58	0,40	3,2	0,18	1,05
17	109	0,65	0,5	0,50	0,15	0,52	0,6	0,02	0,35
18	128	0,58	1,25	1,0	0,45	0,55	4,4	0,17	2,5
19	136	0,47	1,3	0,70	0,30	0,42	2,3	0,10	0,9
20	150/2	0,40	~2	1,0	0,28	0,70	3,2	0,25	0,45
21	138	0,45	1,3	0,85	0,45	0,65	3,1	0,16	1,2

Аналитик С.А. Козак.

Примечание: 1 (64/1), р. Дунай; 2 (IV), Юг Азовского моря, Арабатский залив; 3 (84), Белосарайская коса; 4 (275), Днестровский лиман; 5 (78/1), р. Дунай; 6 (33/1), о. Джарылгач; 7 (1), оз. Соленое; 8 (2), Крым; 9 (22), Коса Федотова; 10 (35), Бердянский залив; 11 (45), Коса Обиточная; 12 (52), Бердянский залив; 13 (69), Белосарайский залив, район Новопетровки; 14 (84), Белосарайская коса; 15 (86), Северный берег Таганрогского залива, район п. Широкое; 16 (104), Северный берег Таганрогского залива, район п. Широкое; 17 (109), Северный берег Таганрогского залива, корневая часть косы Беглицкой; 18 (128), Стефанидин Дар; 19 (136), р. Кубань; 20 (150/2), Бургас; 21 (138), Темрюкский залив.

го Крыма (пос. Любимовка), где содержание TiO₂ — 7,5 %. Магнетит из других россыпей и проявлений содержится в пределах от 0,6 до 7,5 % (табл. 2).

Окись хрома Cr₂O₃ из прибрежно-морских россыпей содержится в диапазоне от 0,08 % до 1,8 %. Обычно повышенное содержание Cr₂O₃ коррелируется с повышенным содержанием TiO₂, за исключением магнетитов из участка Днестровского лимана (Cr₂O₃ — 0,08 % при содержании TiO₂ — 6,20 %) и юго-западного крымского побережья где при довольно высоком содержании TiO₂ (7,50 %) Cr₂O₃ не установлен вовсе (см. табл. 2, рис. 2).

Поскольку TiO₂ является существенной химической примесью в магнетите (титаномагнетите) мы провели корреляцию содержания TiO₂ и других значимых соединений (оксидов) в магнетитах (табл. 2).

Окись Mg установлена в количестве от 0,25 и 0,35 % (Крымский участок) и до 1,3 % — юг Азовского моря. В преимущественной части проб магнетита содержание MgO колеблется от 0,50 до 1,0 % (рис. 3).

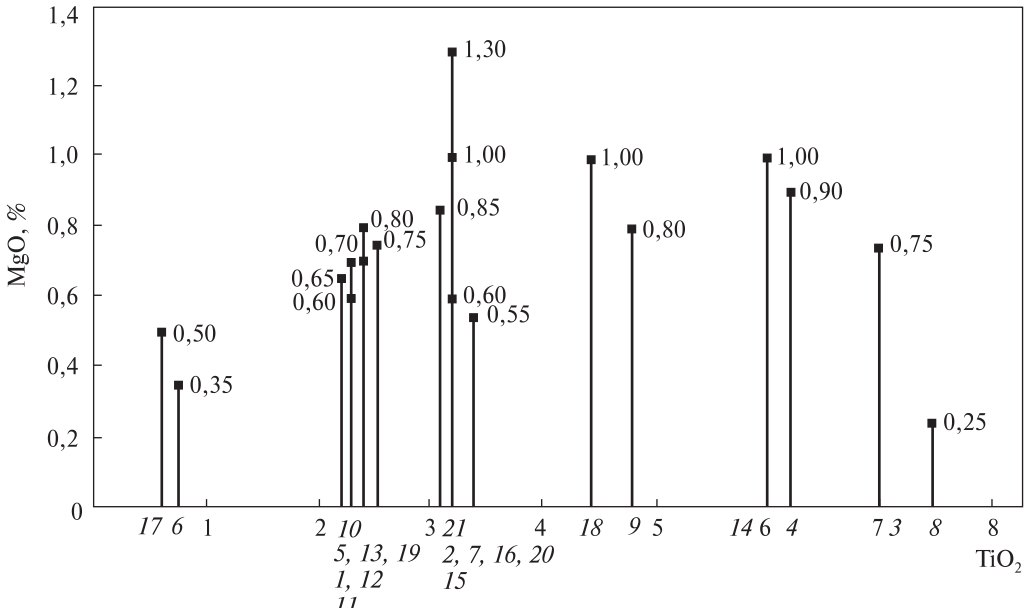


Рис. 3. Корреляция содержания MgO и TiO₂ в магнетитах

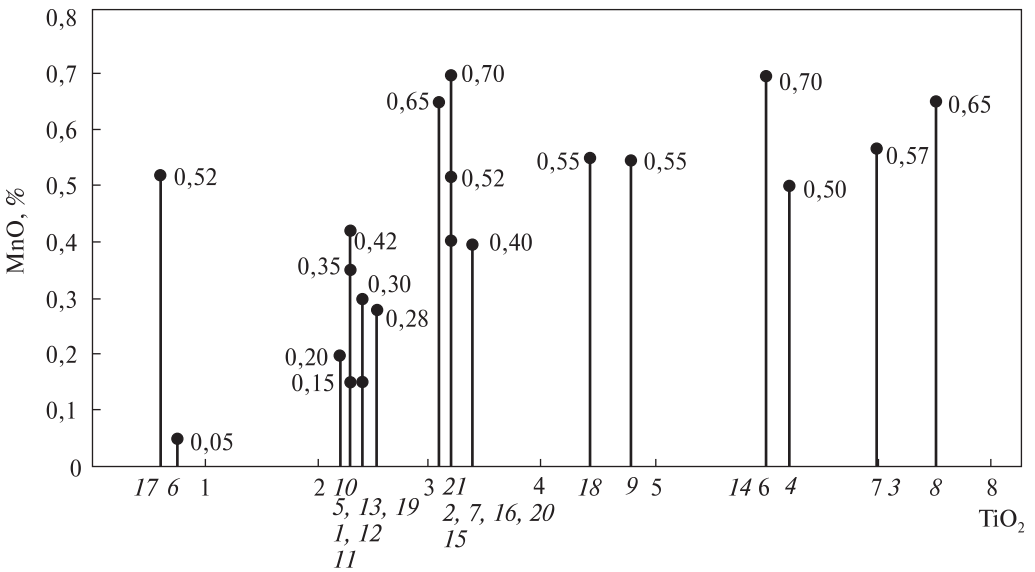


Рис. 4. Корреляция содержания MnO и TiO₂ в магнетитах

Оксид Mn содержится в количестве от 0,05 (о. Джарылгач) до 0,70 % (оз. Соленое, Днестровский лиман, Бургас). При сопоставлении содержания MnO с TiO₂ можно выделить два участка (рис. 4) с содержанием MnO от 0,035 %— 0,70 % и TiO₂ (от 0,15 % — Дунай и до 0,70 % Бургас, Болгария) и второй участок с содержанием от 0,5—0,70 % напротив пос. Любимовка (Крым).

V₂O₅ содержится в незначительных количествах от 0,2—0,08 % (Таганрогский залив, коса Беглицкая) до 1,40 % (Крымское побережье), что выглядит ураганным на фоне 0,10—0,30 % для основного количества магнетитов Азово-Черноморского бассейна (рис. 5).

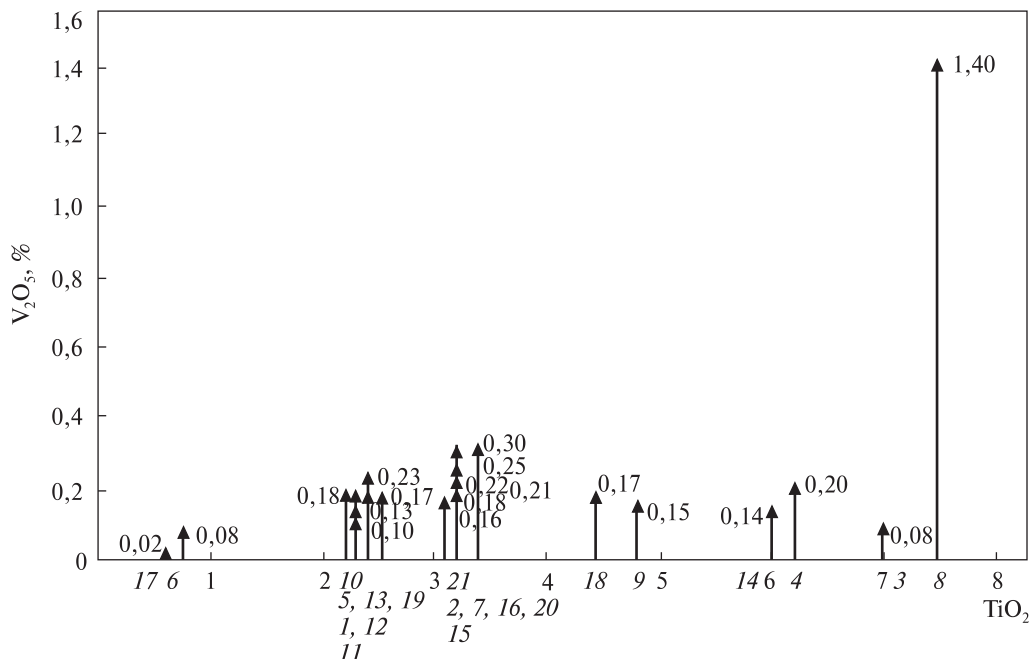


Рис. 5. Корреляция содержания V₂O₅ и TiO₂ в магнетитах

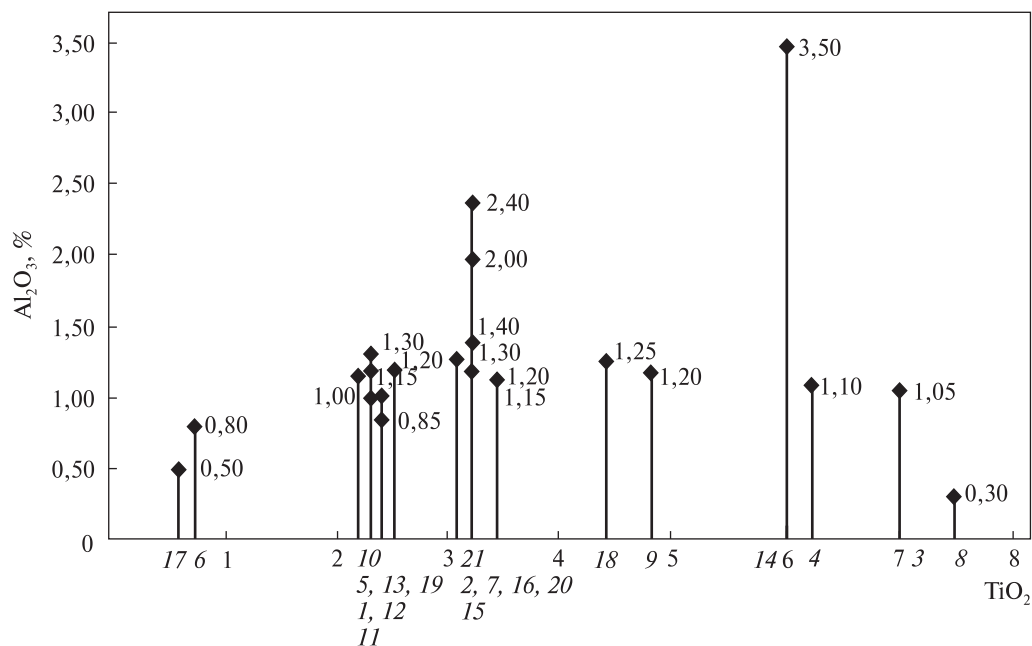


Рис. 6. Корреляция содержания Al₂O₃ и TiO₂ в магнетитах

Al₂O₃ содержится в минимальном количестве 0,3 % (Крым), максимальном — 3,50 % (Белосарайская коса) (рис. 6).

SiO₂ установлен в количестве 0,25—1,80 %. Минимальное количество (0,25 %) приурочено к магнетиту обр. 6 острова Джарылгач, а максимальное 1,80 % — к

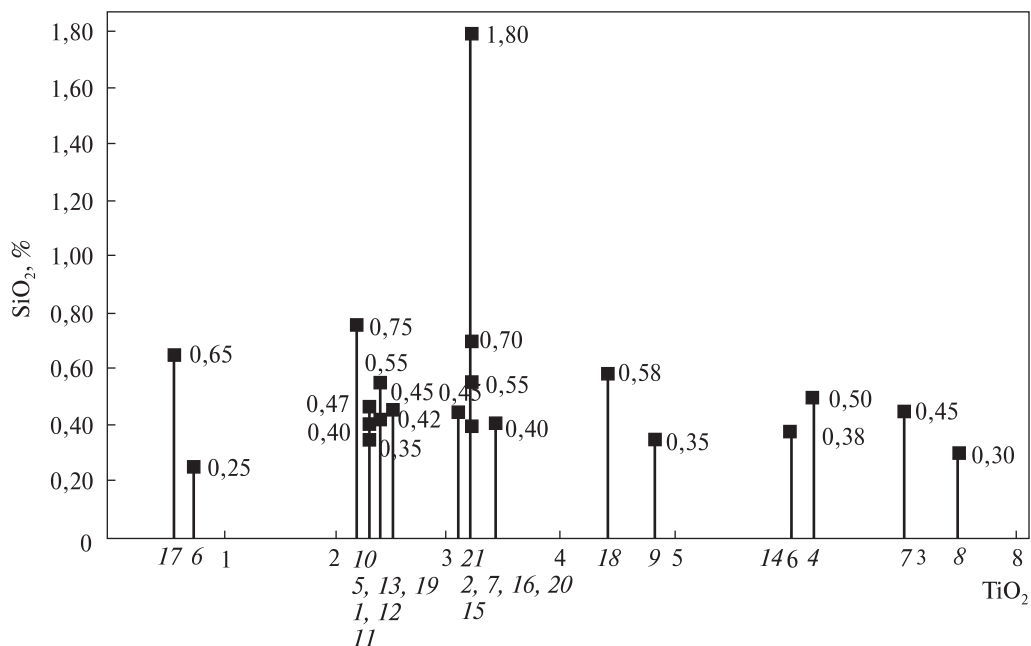


Рис. 7. Корреляция содержания SiO₂ и TiO₂ в магнетитах

пробе 16 (северный берег Таганрогского залива, пос. Широкино). Это содержание следует считать аномально высоким, поскольку по остальным пробам магнетита из прибрежных песков Черного и Азовского морей оно колеблется в пределах 0,3–0,70 %. При этом диапазон содержания TiO₂ изменяется от 0,75 % (о. Джарылгач) до 7,5 % (западное побережье Крымского п-ова, пос. Любимовка) (рис. 7).

Из других элементов-примесей в магнетитах из Черного и Азовского морей установлены следующие элементы (табл. 3).

Ni от <0,001 (Белосарайская коса) до 0,12 % (коса Федотова, Темрюкский залив). Nb максимальных значений достигает на Белосарайской косе (0,28 %), минимальных 0,008 (о. Джарылгач). Cu от 0,12 % (Белосарайская коса) до 0,003 (Дунай, Днестровский лиман). Zr, Co, Ag, Sc, Y, Yb — следы.

Области применения магнетитсодержащих песков

В начале XX-го века черные пески рассматривались только в качестве металлургического сырья. Анализ разрозненных, но многочисленных литературных источников позволил определить много новых областей практического применения магнитного песка. По данным Ю.А. Курникова и др. [10], магнитный песок — рыхлая осадочная порода темно-серого цвета с размером частиц 0,05–2,0 мм, в которой содержится не менее 2 % зерен магнетита с подчиненным количеством других магнитных минералов.

Магнитные порошки и пески используются в магнитных системах, комплексах подготовки питьевой воды для очистки, доочистки сточных и технических вод, обработки водных систем различного назначения, когда в фильтрах используются зернистые материалы; для изготовления магнитного порошка,

Таблица 3. Содержание примесей химических элементов в магнетите из россыпей Черного и Азовского морей (%)

№ табл. и рис.	№ на карте (рис. 1)	Ni	Co	Zr	Nb	Cu	Ag	Sc	Y	Yb
1	64/1	0,025	—	0,02	0,01	0,003	—	0,001	0,003	0,001
2	IV	0,035	—	0,01	0,02	0,012	0,001	0,001	0,003	0,003
3	84	<0,001	—	—	0,28	0,004	0,001	0,002	0,005	0,004
4	275	0,020	—	0,03	0,08	0,003	0,001	0,003	0,003	0,002
5	78/1	0,020	0,003	0,02	0,01	0,018	<0,001	<0,001	0,007	0,001
6	33/1	0,010	—	0,02	0,008	0,004	—	<0,001	0,005	0,001
7	1	0,10	—	0,025	0,03	0,008	0,001	0,001	0,002	0,002
8	2	—	—	0,1	0,02	0,002	—	0,002	0,001	0,001
9	22	0,12	—	0,08	0,05	0,08	—	0,001	0,005	0,005
10	35	0,09	—	0,08	0,01	0,10	—	0,001	0,005	0,003
11	45	0,07	—	0,02	0,02	0,008	—	0,001	0,002	0,005
12	52	0,06	~0,001	0,02	0,01	0,01	—	0,001	0,008	0,005
13	69	0,09	~0,001	0,06	0,03	0,03	—	0,001	0,005	0,008
14	84	0,04	—	0,08	0,08	0,12	—	0,001	0,005	0,002
15	86	0,03	—	0,07	0,01	0,09	—	0,001	0,008	0,003
16	104	0,06	—	0,09	0,01	0,07	—	0,001	0,006	0,005
17	109	0,10	—	0,04	<0,01	0,09	—	—	0,004	0,005
18	128	0,10	—	0,15	0,04	0,10	—	0,003	0,006	0,005
19	136	0,08	—	0,02	0,05	0,06	—	—	0,005	0,001
20	150/2	0,11	—	0,02	0,04	0,06	—	—	0,004	0,006
21	138	0,12	—	0,06	0,01	0,05	—	—	0,006	0,005

Аналитик С.А. Козак.

Примечание: 1 (64/1), р. Дунай; 2 (IV), Юг Азовского моря, Арабатский залив; 3 (84), Белосарайская коса; 4 (275), Днестровский лиман; 5 (78/1), р. Дунай; 6 (33/1), о. Джарылгач; 7 (1), оз. Соленое; 8 (2), Крым; 9 (22), Коса Федотова; 10 (35), Бердянский залив; 11 (45), Коса Обиточная; 12 (52), Бердянский залив; 13 (69), Белосарайский залив, район Новопетровки; 14 (84), Белосарайская коса; 15 (86), Северный берег Таганрогского залива, район п. Широкое; 16 (104), Северный берег Таганрогского залива, район п. Широкое; 17 (109), Северный берег Таганрогского залива, корневая часть косы Беглицкой; 18 (128), Стефанидин Дар; 19 (136), р. Кубань; 20 (150/2), Бургас; 21 (138), Темрюкский залив.

применяемого в качестве наполнителя при разработке постоянных твердых и гибких магнитов, магнитной жидкости, композиционных материалов, магнитообразивных порошков.

В древние времена на Кинбурнском п-ове и на берегу Ягорлыцкого залива северо-западной части Черного моря использовались содержащие магнетит пески, из которых выплавлялись «лучшие сорта железа» не подверженные коррозии (см. А.Г. Агбунова, 1989).

К настоящему времени ограниченное практическое применение нашли только магнитные пески на грузинском побережье Черного моря, которые используются в лечебных целях как физиотерапевтическое средство на курорте Уреки.

Выводы

Магнетит среди минералов тяжелой фракции прибрежных отложений Азовского моря содержится повсеместно в количестве не более 1–3 %, а на болгарском и грузинском участках формирования пляжевых магнетитовых россыпей достигает 20 % и более. Коренным источником магнетита в Северном Приазовье являются в основном габбро, сиениты, метабазиты и ультрабазиты, на Северном Кавказе — ультрабазиты. По содержанию TiO_2 (2,2–3,4 %) магнетит Темрюкского залива (р-н устья Кубани) не отличается от магнетита кос Бердянской, Обиточной северного побережья Азовского моря. Магнетит ильменит-цирконовой россыпи Белосарайской косы (источник сноса — основные породы Октябрьского массива) характеризуется повышенным содержанием TiO_2 (4,90 %). С титаном парагенетически связан хром.

По данным микроспектрального анализа установлено, что наиболее высокие содержания TiO_2 (>4 %) характерны для магнетитов северо-восточного побережья Азовского моря и Таганрогского залива. Эти же магнетиты обогащены Cr_2O_3 (>>1 %), а также отличаются несколько более высоким содержанием MgO (до 1 %), в них установлены следы ($\approx 0,001$ %) Co . В магнетитах Черного моря из кавказского и болгарского (г. Бургас) побережий содержание TiO_2 установлено в количестве 2,3–3,2 %, Cr_2O_3 — 0,45–0,9 %, магнетит из болгарского побережья характеризуется относительно повышенным содержанием V_2O_5 (0,25 %), обычно в районе азовского и северочерноморского побережья магнетиты содержат этот компонент в количестве 0,10–0,20 %.

Полученные данные о составе примесей в магнетитах из россыпей Черного и Азовского морей свидетельствуют о том, что некоторое различие в качественном составе и количественном содержании этих примесей обусловлено различным характером пород питающих провинций.

Проведенные минералогические исследования магнетитов различных участков Азово-Черноморского бассейна показывают существенные различия в морфологическом облике минералов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев Г.Д. Геология магматических комплексов Северного Кавказа и основные черты связанной с ними минерализации. Тр. Ин-та геол. рудных м-ний (петрогр., минер. и геол.), вып. 20. Изд-во АН СССР, 1958.
2. Бетехтин А.Г. Минералогия. М.: Гостехиздат, 1950. 958 с.
3. Габуня К.Н. Магнитные пески Черноморского побережья. *Минерал. ресурсы Грузии*. Тбилиси, 1933. С. 132–137.
4. Галий С.А., Крочук В.М., Козак С.А. Генетические особенности магнетита из карбонатов Украинского щита. *Минерал. журнал*. 1982. № 2. С. 85–89.
5. Джанджава К.И., Яшвили Г.Е. Инженерно-геологические условия шельфа Южной Колхиды в связи с проблемой подводной добычи магнетитовых песков. *Проблемы гидрогеологии и инженерной геологии*. Тбилиси, 1977. С. 140–146.
6. Димитров П.С., Новикова З.Т. История развития осадочного комплекса в четвертичное время и условия формирования скоплений тяжелых минералов на шельфе. Геол.-геофиз. исследования болгарского сектора Черного моря. София: Изд-во БАН, 1984. 318 с.
7. Елисеев Н.А., Кушев В.Г., Виноградов Д.П. Протерозойский интрузивный комплекс Восточного Приазовья. М.-Л.: Наука, 1965. 204 с.

8. Иноземцев Ю.И. Литолого-минералогические особенности прибрежно-морских осадков Азовского моря: Препринт ИГФМ АН УССР. Киев, 1974. 57 с.
9. Козак С.О., Олексенко С.П., Галій С.А., Щербаков І.Б. Мікроспектральний аналіз магнетитів. *Доп. АН УРСР*, Сер. Б. 1980. № 10. С. 17—19.
10. Курников Ю.А., Кравченко С.Н., Орлюк М.И. Магнитный песок: новый взгляд на перспективы практического использования. *Геол. и полезн. ископаемые Мирового океана*. 2005. № 2. С. 111—120.
11. Ляхович В.В. Акцессорные минералы. М.: Наука, 1968. 275 с.
12. Минералогия Приазовья / Лазаренко Е.К., Лавриненко Л.Ф., Бучинская Н.И., и др. К.: Наук. думка, 1980. 432 с.
13. Спиридонов Э.М., Коротаева Н.Н., Ладыгин В.М. Хромшпинелиды, титаномагнетит и ильменит островодужных вулканитов Горного Крыма. *Вестн. МГУ*. Сер. геол. 1989. № 6. С. 37—55.
14. Твалчрелидзе Г.А. Эндогенная металлогения Грузии. М.: Гостеолтехиздат, 1961. 344 с.
15. Цымбал С.Н., Полканов Ю.А. Минералогия титано-циркониевых россыпей Украины. К.: Наук. думка, 1975. 247 с.
16. Цветкова-Голева В. Тяжки минерали в пясците от южного българско крайбрежие. *Изв. Геол. ин-та БАН*. Сер. рудн. и их изучение. Т. 23. 1975. С. 77—81.
17. Чернышева Л.В. Типоморфные особенности магнетитов магматических, карбонатитовых и скарновых месторождений. Автореферат дисс. ... кандидата геолого-минералогических наук. Москва, 1974. 30 с.
18. Шило Н.А. Основы учения о россыпях. М.: Наука, 1981. 383 с.
19. Шнюков Е.Ф., Зиборов А.П. Минеральные богатства Черного моря. К.: Карбон-Лтд, 2004. 278 с.
20. Шнюков Е.Ф., Соболевский Ю.В., Григорьев А.В. Роль погребенных аллювиальных толщ в формировании магнетитовых россыпей Болгарии. Литолого-геохимические условия формирования донных отложений. К.: Наук. думка, 1997. С. 56—64.
21. Шнюков Е.Ф., Щербаков И.Б., Шнюкова Е.Е. Палеоостровная дуга севера Черного моря. К.: Агентство «Чернобыльинтеринформ», 1997. 287 с.
22. Юрк Ю.Ю., Кашкаров И.Ф., Полканов Ю.А. и др. Алмазы песчаных отложений Украины. К.: Наук. думка, 1973. 163 с.

Статья поступила 20.02.2019

Ю.І. Іноземцев, О.О. Парышев, З.В. Красножина, М.О. Маслаков

МАГНЕТИТ З ПРИБЕРЕЖНО-МОРСЬКИХ РОЗСИПІВ ЧОРНОГО І АЗОВСЬКОГО МОРІВ

У статті містяться відомості про характер розподілу і мінеральний склад сучасних прибережно-морських розсіпів Чорного і Азовського морів. Виділено такі основні типи розсіпів: ільменіт-рутил-цирконіві, іноді з домішкою монациту; магнетит-титаномагнетитові з цирконом і ільменітом; гранатово-магнетитові та магнетитові. Наведені результати мінералого-геохімічних досліджень магнетитів з головних розсіпів і розсіпепроявів.

Ключові слова: Чорне, Азовське моря, прибережно-морські розсіпи, магнетит.

Yu.I. Inozemtcev, O.O. Paryshev, Z.V. Krasnozhyina, M.O. Maslakov

MAGNETITE FROM COASTAL DEPOSITS OF BLACK AND AZOV SEAS

The article contains information about the nature of distribution and the mineral composition of modern coastal-marine deposits of the Black Sea and Sea of Azov. The following main types of placers are distinguished: ilmenite-rutile-zircon, sometimes with a mixture of monazite; magnetite-titanomagnetite with zircon and ilmenite; garnet-magnetite and magnetite. The results of mineralogical and geochemical studies of magnetites from major placers and placer occurrences are presented.

Keywords: Black Sea, Sea of Azov, offshore-marine mineral deposits, magnetite.