

**В.В. Скворцов<sup>1</sup>, В.В. Пермяков<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Центр проблем морской геологии, геоэкологии  
и осадочного рудообразования НАН Украины

<sup>2</sup> Институт геологических наук НАН Украины

## **ПРОСТЫЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА В ИЛЬМЕНИТ-ЦИРКОНОВЫХ РОССЫПЯХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ АЗОВСКОГО МОРЯ**

---

*Исследованы тяжелые фракции прибрежных ильменит-цирконовых россыпей северо-западного побережья Азовского моря с использованием электронно-зондового анализа. Установлено присутствие в россыпях ряда компонентов, таких как железо, цинк, никель, кадмий, медь и некоторые их сочетания. Предполагается, что многие из них имеют техногенное происхождение. Полученные данные имеют значение, с одной стороны как критерии оценки влияния промышленных комплексов на окружающую среду, а с другой стороны — как критерии выяснения источников и путей поступления вещества в прибрежно-морские отложения. Источники и пути поступления материала в прибрежно-морские отложения являются важными критериями прогнозирования россыпей.*

**Ключевые слова:** ильменит-цирконовые россыпи, самородные металлы, техногенные вещества, Азовское море, электронно-зондовый анализ.

Изучение современных ильменит-цирконовых россыпей северо-западного побережья Азовского моря имеет столетнюю историю, и их минералогия, в главных чертах, изучена достаточно полно благодаря работам П.И. Чирвинского, П.Г. Пантелеева, К.Н. Савич-Заблоцкого, Л.И. Карякина, Ф.А. Щербакова, А.А. Аксенова, Е.Ф. Шнюкова [1—6] и других исследователей. При этом весьма малочисленны сведения о наличии в этих россыпях редких минералов, в частности, представляющих класс простых веществ, за исключением золота и алмаза, к которым издавна проявляется интерес [7—11]. Проведенные нами исследования материала россыпей с использованием сканирующего электронного микроскопа SEM JSM- 6490 LV с интегрированной системой электронно-зондового анализа INCA Energy+ позволили установить наличие в россыпях ряда простых металлических веществ, идентичных самородным металлам или интерметаллическим соединениям.

© В.В. СКВОРЦОВ, В.В. ПЕРМЯКОВ, 2018



**Рис. 1.** Побережье Азовского моря в районе г. Приморск. Обозначено место проведения исследований

Исследован материал пляжных отложений района г. Приморск (Запорожская обл.), который представляет область распространения Бердянской гранатильменит-амфиболовой подпровинции Северо-Приазовской терригенно-минералогической провинции [12]. В данном районе пляжные отложения слагают пересыпь, простирающуюся в северо-восточном направлении, протяженностью около 5 км при ширине до 70 м (рис. 1). Образованный пересыпью лиман имеет ширину до 700 м; коренной берег лимана крут, часто обрывист, высотой местами более 10 м, сложен преимущественно делювиальными суглинками.

Слоистая толща пересыпи сложена преимущественно детритовыми отложениями разной крупности. Слои с существенными концентрациями терригенных минералов играют в разрезе толщи резко подчиненную роль и локализованы преимущественно в приповерхностной части разреза. Терригенные минералы всюду находятся, в основном, в мелких гранулометрических фракциях — не крупнее 0,2 мм. В результате исследования мелких фракций в них обнаружены такие металлические вещества как железо, цинк, железистый цинк, железистый никель, железистый кадмий, латунь (рис. 2—9). Морфология и размеры индивидуальных металлических веществ достаточно разнообразны.

Железо встречено в агрегатах, сложенных полусогнутыми пластинками размером около  $100 \times 200 \mu\text{m}$  толщиной до  $10 \mu\text{m}$ . Железо чистое, без примесей (рис. 2).

Цинк — как чистый, так и с примесью железа (рис. 3, 4), представлен удлиненными частицами, имеющими размеры порядка  $50 \times 200 \mu\text{m}$  толщиной до  $20 \mu\text{m}$ . Частицы цинка имеют неровные, рваные края и многослойную текстуру.

Железистый никель обнаружен в форме относительно тонкой пластинки-«чешуйки», с рваными краями размером около  $100 \times 100 \mu\text{m}$ . Отметим изменчивость

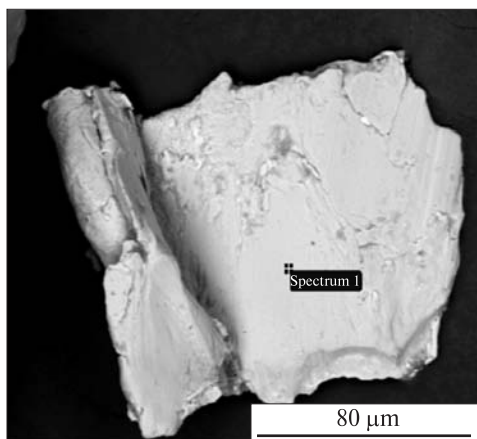


Рис. 2. Объект 632/1-м14. Железо

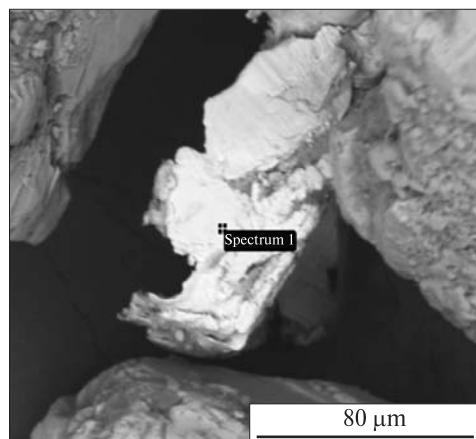


Рис. 3. Объект 632/1-м16. Цинк

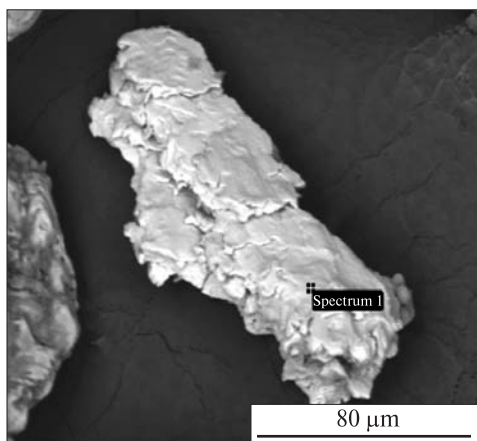


Рис. 4. Объект 632/1-м13. Железистый цинк

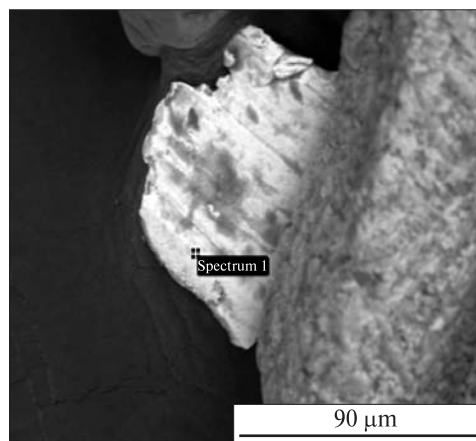


Рис. 5. Объект 632/1-м11-1. Железистый никель

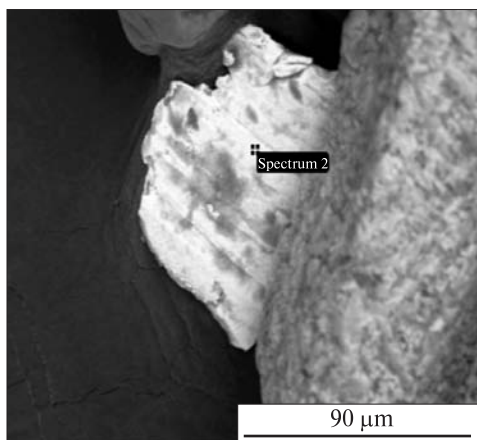


Рис. 6. Объект 632/1-м11-2. Железистый никель

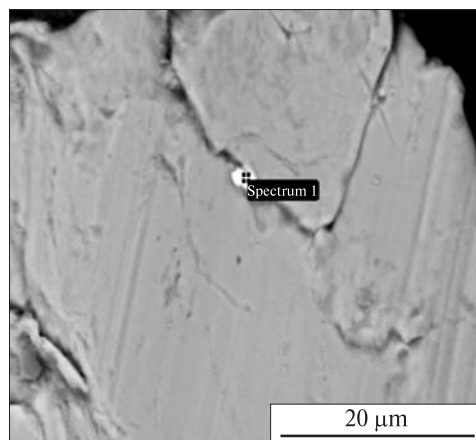
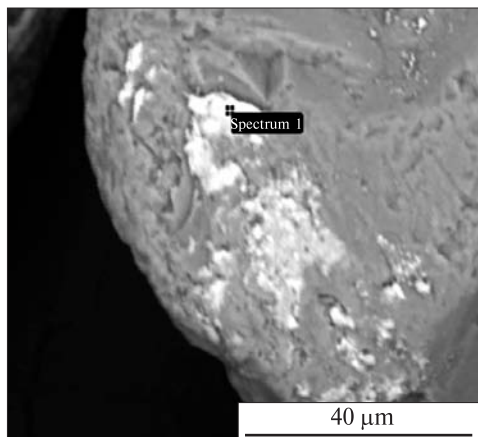
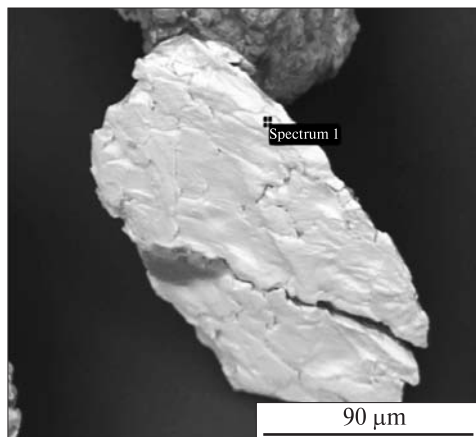


Рис. 7. Объект 632/1-м14а-1. Сплав кадмия и железа



**Рис. 8.** Объект 621/1-ем5. Сплав меди и цинка (латунь)



**Рис. 9.** Объект 632/1-м12. Сплав меди, цинка и железа (железистая латунь)

соотношения содержаний никеля и железа в этом образце (рис. 5, 6), а также чистоту железистого никеля в отношении других элементов. При этом поверхность пластинки как бы «поцарапана» и покрыта примазками других минералов.

Сплав кадмия и железа представляет изометричный объект размером около 2  $\mu\text{m}$ , расположенный в микротрещине пластины чистого железа (рис. 7).

Сплав меди и цинка (латунь) наблюдается в виде нескольких сближенных пятнистых обособлений на неровной (корродированной) поверхности окатанного зерна ильменита. Обособления имеют размеры от 3—4 до 20—30  $\mu\text{m}$  и весьма неровные, местами нечеткие края. В отношении других элементов латунь чистая (рис. 8).

Железистый сплав меди и цинка (железистая латунь) наблюдается на краю осколка железа (?) в виде пятнистой полосы шириной около 10  $\mu\text{m}$ . Других примесей, кроме железа, латунь не содержит (рис. 9).

Изложенные данные свидетельствуют о разнообразии минералогического состава ильменит-цирконовых россыпей северо-западного побережья Азовского моря в отношении редких компонентов, в частности, простых металлических и интерметаллических веществ. Разумеется, природный генезис большинства этих образований вызывает сомнения, и причисление любого из них к самородным металлам будет опрометчивым. Вероятность техногенного происхождения практически всех этих образований велика. Приазовье является одним из регионов Украины, где природная среда подвергается интенсивной техногенной нагрузке, обусловленной функционированием горно-обогатительных и металлургических предприятий, а также крупных железнодорожных и морских транспортных комплексов.

По имеющимся оценкам [13], в речные системы и, далее, в акватории Азово-Черноморского бассейна поступают огромные объемы техногенных веществ в различных формах. В частности, продукты деятельности предприятий Кривбасса — вюстит, магнетит, гематит, металлургическое стекло, частицы шламов и шлаков, медь, бронза, свинец, олово и прочие являются чуть ли не обычными компонентами осадков р. Ингулец [14].

Тем не менее, нельзя категорически отрицать вероятность природного происхождения каких-либо подобных образований, например, железа или железистого никеля. В целом, данная проблема сложна, и очевидна необходимость дальнейших исследований состава редких компонентов в россыпях северо-западного побережья Азовского моря и получения данных, статистически достаточных для более определенных выводов относительно происхождения материала россыпей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чирвинский П.И. Петрографические исследования темных песков северного побережья Азовского моря. *Записки Минералогического общества*, 1925. ч. 54, вып. 1.
2. Пантелеев П.Г. Ильменитовые пески Приазовья. *Геол. журнал Академии наук УССР*. 1935. № 1, вып. 3.
3. Савич-Заблоцкий К.Н. Ильменитові піски з північного узбережжя Азовського моря. Учені записки Харківського державного університету. Кн. 10. 1937. С. 173—181
4. Щербаков Ф.А. К истории развития северного и западного побережий Азовского моря в связи с образованием прибрежных морских россыпей. *Тр. Океанограф. Комис.*, т. XII, 1961.
5. Аксенов А.А. О рудном процессе в верхней зоне шельфа. М.: «Наука», 1972. 158 с.
6. Шнюков Е.Ф., Орловский Г.Н., Усенко В.П. и др. Геология Азовского моря. К.: Наук. думка, 1974. 247 с.
7. Кардаш В.Т., Лебедь Н.И., Яценко Ю.Г. Золотоносность донных осадков Азовского моря. *Мінеральні ресурси України*. 1966. № 3. С. 10—11.
8. Кашкаров И.Ф., Полканов Ю.А., Еременко Г.К., Борисов В.В., Яловенко И.П. Новые данные об алмазонасности неогеновых и современных песчаных отложений некоторых районов Украины. *ДАН СССР*. 1968. т. 179, № 4.
9. Юрк Ю.Ю., Кашкаров И.Ф., Полканов Ю.А. и др. Алмазы песчаных отложений. К.: Наук. думка, 1973. 106 с.
10. Кравченко Г.Л., Сахацкий И.И. Особливості видимого і тонкого золота Приазовья. *Доповіді АН УРСР*. Сер. Б. 1986. № 1. С. 13—17.
11. Шнюков Е.Ф. О золотоносности донных отложений Черного и Азовского морей. *Мин. журн.* 1997. т. 9. № 5. С. 46—54.
12. Иноземцев Ю.И. Терригенно-минералогические провинции современных прибрежно-морских осадков Азовского моря. Сб. Вопросы геохимии, минералогии, петрологии и рудообразования. К.: Наукова думка, 1975.
13. Войтюк Ю.Ю., Кураева И.В., Самчук А.И., Манічев В.Й. Вплив діяльності підприємств чорної металургії на вміст і форми знаходження важких металів у об'єктах навколишнього середовища. *Мінерал. журнал*. 2011. Т. 33, № 3. С. 77—83.
14. Альохіна Т.М. Магнітні властивості донних осадків як критерій оцінки техногенного впливу на гідроєкосистеми. *Питання біоіндикації та екології*. 2017. Вип. 22, № 1. С. 110—127.

Статья поступила 03.09.2018

*В.В. Скворцов, В.В. Пермяков*

#### ПРОСТІ МЕТАЛЕВІ РЕЧОВИНИ В ІЛЬМЕНІТ-ЦИРКОНОВИХ РОЗСИПАХ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО УЗБЕРЕЖЖЯ АЗОВСЬКОГО МОРЯ

Досліджено важкі фракції прибережних ільменит-цирконових розсіпів північно-західного побережжя Азовського моря з використанням електронно-зондового аналізу. Встановлено присутність у розсіпах низки компонентів, таких як залізо, цинк, нікель, кадмій, мідь і деякі їх сполуки. Припускається, що багато з таких компонентів мають техногенне походження.

Отримані дані мають значення, з одного боку, як критерії оцінки впливу промислових комплексів на довкілля, а з іншого боку — як критерії з'ясування джерел і шляхів надходження речовини в прибережно-морські відклади. Джерела і шляхи надходження матеріалу в прибережно-морські відклади є важливими критеріями прогнозування розсіпів.

**Ключові слова:** *ільменіт-цирконові розсіпи, самородні метали, техногенні речовини, Азовське море, електронно-зондовий аналіз*

*V.V. Skvortsov, V.V. Permyakov*

#### SIMPLE METALLIC SUBSTANCES IN THE ILMENITE-ZIRCON PLACERS OF THE AZOV SEA NORTH-WESTERN COAST

The heavy fractions of coastal sediments in the ilmenite-zircon placers of the Azov Sea North-Western coast were studied using electron probe analysis. The presence of a number of components, such as iron, zinc, nickel, cadmium, copper, and some their combinations, has been established. It is assumed that many of components have technogenic origin. The data obtained are important, on the one hand, as criteria of estimation of industrial complexes influence to environment, and on the other hand, as criteria of finding of sources and ways of material moving to the marine deposits.

Sources and ways of material moving to off-shore-marine deposits are important criteria of mineral deposits prognostication.

**Keywords:** *ilmenite-zircon mineral deposits, native metals, technogenic matter, Azov Sea, electronic probe analysis.*