

Минеральный потенциал подводных месторождений в Южно-Китайском море Вьетнама

Нго Чан Тхиен Кюи^{1,2}, Ю.В. Кириченко²✉

¹ Государственный университет города Хошимина, Институт естественных наук, г. Хошимин, Вьетнам

² Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация
✉gmd_miningcollege@mail.ru

Резюме: За последние десятилетия целенаправленные геологические изыскания на побережье Вьетнама позволили открыть и оценить множество россыпных месторождений ильменит-циркон-монацита, являющихся продуктами разрушения коренных гранитов. В статье рассматриваются такие месторождения твердых полезных ископаемых, залегающих в прибрежной и шельфовой зонах, а также на морском дне Южно-Китайского моря Вьетнама, как месторождения Куанг Сюонг, Кам Хоа, Ки Нинь, Ке Сунг, Де Жи (Кэт Кхань), Хам Тан. Приведены данные о наиболее разведанных месторождениях ряда провинций республики, особое внимание уделено россыпным залежам ильменит-циркон-монацита, стекловидным и оптическим пескам. Отмечена заинтересованность государственных структур в наращивании минерально-сырьевого потенциала Вьетнама за счет освоения подводных месторождений. Анализ геологических условий побережья и шельфовой зоны морей Тихого океана позволяет сделать вывод о необходимости продолжения и расширения масштаба поисковых и исследовательских работ с целью увеличения минерально-сырьевой базы Республики Вьетнам.

Ключевые слова: Департамент геологии Вьетнама, морские месторождения, продукты выветривания, ильменит, циркон, монацит, пески, россыпи, геологоразведочные работы, запасы, среднее содержание

Для цитирования: Нго Чан Тхиен Кюи, Кириченко Ю. В. Минеральный потенциал подводных месторождений в Южно-Китайском море Вьетнама. *Горная промышленность*. 2020;(1):140–143. DOI 10.30686/1609-9192-2020-1-140-143.

Mineral Potential of Subsea Deposits in Vietnamese Part of South China Sea

Ngo Chan Thien Quy^{1,2}, Yu.V. Kirichenko²✉

¹ Vietnam National University Ho Chi Minh City, University of Science, Ho Chi Minh, Vietnam

² Mining Institute of National University of Science and Technology MISIS, Moscow, Russian Federation
✉gmd_miningcollege@mail.ru

Abstract: Over the past decades, targeted geological surveys on the Vietnamese coast have made it possible to discover and evaluate many placer deposits of iron-titanium oxides, zirconium silicates and monazites, which are alteration products of indigenous granites. The article makes an overview of such solid mineral deposits located in the coastal and shelf zones, as well as on the seabed of the South China Sea in Vietnam, such as Quang Xuong, Cam Hoa, Qui Ninh, Ke Sung, De Gi (Ket Khanh), Ham Tan. The paper provides information on the most explored deposits in a number of provinces of the republic. A special attention is paid to alluvial deposits of iron-titanium oxides, zirconium silicates, monazites, as well as glass-making and optical sands. It is noted that the governmental institutions are interested in increasing the mineral and raw material potential of Vietnam through the development of subsea deposits. The analysis of geological conditions of the coast and shelf zone of the Pacific Ocean seas makes it possible to conclude that it is necessary to continue and expand the scope of prospecting and research work in order to increase the mineral resource base of the Republic of Vietnam.

Keywords: Vietnamese Department of Geology, marine deposits, weathering products, iron-titanium oxide, zirconium silicate, monazite, sands, placers, geological exploration, reserves, average grade

For citation: Ngo Chan Thien Quy, Kirichenko Yu. V. Mineral Potential of Subsea Deposits in Vietnamese Part of South China Sea. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2020;(1):140–143. (In Russ.) DOI 10.30686/1609-9192-2020-1-140-143.

Введение

Основное развитие геологоразведочных работ в эксклюзивной экономической зоне Республики Вьетнам и международных водах Южно-Китайского моря началось в 1980-х годах и продолжается по настоящее время. Исследования проводились как в рамках международных проектов, так и самостоятельно Департаментом (министерством) ге-

ологии и минералов Вьетнама. Первым результатом исследований являлось создание серии минерально-геологических карт масштаба 1:200000, которые впоследствии дополнялись и детализировались.

Исследования Нгуен Тхи Ким Хоана, Нгуен Вьет Тханга, Нгуен Бие коренных пород позволили составить серию минерально-геологических карт с береговыми подводными

месторождениями каменных и бурых углей, известняка, гранита, пирита, гипса, конкреций, стекольных и строительных песков¹ [1–3].

Твердые полезные ископаемые во вьетнамских водах распространены также в неуплотненных отложениях четвертичного возраста, в прибрежных породах, континентальном шельфе и глубоководных районах. В четвертичных отложениях промышленное значение полезных компонентов обнаружено во многих рудах и россыпях, фосфоритах, торфе и проявлениях глауконита. Также обнаружены пирит, гипс, железомарганцевые конкреции, кораллы, пески, песчано-гравийные отложения, стекольные пески.

Рассмотрим некоторые основные месторождения твердых полезных ископаемых, которые непосредственно связаны с четвертичными отложениями и морскими осадками в диапазоне: прибрежный район (пляж) – шельфовая зона – континентальный склон – океаническое дно.

Основные месторождения твердых полезных ископаемых Вьетнама

В прибрежных и мелководных районах промышленное значение имеют россыпные месторождения ильменита, рутила, циркона, монацита, магнетита, касситерита, золота, гранатов, корунда, топазов, шпинелей, желто-серых песков. Некоторые из них разрабатываются, разработка других также экономически целесообразна. Такие месторождения расположены в основном в рудных провинциях Куанг Сюонг, Кам Хоа, Ки Нинь, Ке Сунг, Де Ги и Хам Тан (рис. 1).

Месторождение Куанг Сюонг расположено в пределах акваторий прибрежных коммун Куанг Нинь, Куанг Хай, Куанг Нхам района Куанг Сюонг провинции Тхань Хоа (1 на рис. 1). Полезное ископаемое представлено титановой рудой с запасами 80,2 тыс. т (включая ильменит 71,9 тыс. т и циркон 2,3 тыс. т) и средним содержанием 103,26 кг/м³. Рудное тело площадью 990 тыс. м² и средней мощностью 0,82 м простирается вдоль (параллельно) береговой линии и залегает в осадочном слое четвертичного возраста (mQ^{3}_{IVa}) и перекрыто морскими отложениями (mQ^{3}_{IVa}) в виде желтых и светло-желтых песков, глин и гумуса. Полезная залежь из мелко- и среднезернистых песков имеет также выходы в виде рудоносных пляжей и выступов.

Месторождение Кам Хоа осадочного типа расположено в пределах песчаной береговой линии коммуны Камэо округа Кам Сюен и представлено минералами титана (2 на рис. 1). Линзообразная россыпь площадью около 2642 км² имеет среднюю мощность 1,2 м и среднее содержание титановой руды 92,84 кг/м³ (в том числе ильменит 81,4 кг и циркон 5,76 кг). Запасы по руде около 2,6 млн т.

Геологический разрез представлен из глубины к берегу четвертичными отложениями:

- пески от серых до черно-серо-белых с небольшой примесью гумуса голоценового возраста (mQ^{2}_{IV}). Выше находится средний голоценовый песчаный осадок (пески от светло-серого до светло-желтого), который восстанавливается в процессе выветривания (mQ^{2}_{IV});

- в прибрежье находится серия песчаных дюн со всем спектром полезных компонентов продуктов выветривания верхнего голоцена (mQ^{2}_{IV})² месторождения.

¹ Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды. Геология и земельные ресурсы Вьетнама. Издательство по науке и технике; 2011; Общий отдел геологии и минералов. Карта геологии и минеральных ресурсов Вьетнама 1:1.000.000. Ханой; 2010.

² Здесь: mQ^{2}_{IV} – отложившиеся отложения (россыпи) морским и ветровым механизмом; m – отложившийся осадок (россыпи) по морскому механизму.



Рис. 1 Карта расположения прибрежных россыпных месторождений Вьетнама

Fig. 1 Location map of Vietnamese coastal placer deposits

Месторождение Ки Нинь находится на побережье коммуны Ки Нинь района Ки Ань и относится к группе титано-цирконовых россыпей, в основном среднего голоцена (mQ^{2}_{IV}) (3 на рис. 1). Запасы составляют по титановой руде 550,7 тыс. т (в том числе: 443,5 тыс. т ильменита, 35,1 тыс. т циркона, 0,2 тыс. т монацита).

Полезные ископаемые представлены разнозернистыми песками от желто-серых до светло-серых.

Месторождение Ке Сунг расположено вдоль побережья южнее ворот Туан Ан и представлено россыпными темно-серыми или серыми глинистыми песками четвертичного возраста, перекрытыми морскими отложениями среднего голоцена (mQ^{2}_{IV}) (4 на рис. 1). Слой, содержащий полезные компоненты, относится к позднему голоцену и представляет продукты выветривания. Это мелко- и среднезернистые серо-желтые пески, в которых обособлены два рудных скопления А и В. Основная залежь А расположена недалеко от берега деревни Ке Сунг и имеет запасы: титановая руда – 3,37 млн т, циркон – 100 тыс. т, монацит – 1,2 тыс. т.

Месторождение Де Джи (Кэт Кхань) россыпного типа расположено недалеко от побережья коммуны Кат Хан в районе Фу Кат и простирается от мыса Де Джи до деревни Чан-Оай (5 на рис. 1). В пределах рудного поля развиты четвертичные отложения: пески от серых до темно-серых с небольшой примесью глины и гумуса среднего голоцена (mQ^{2}_{IV}). В сторону берега находится слой желтого

морского песка – прибрежная песчаная дюна ($m_v Q_{IVa}^2$) и современные пляжные отложения ($m_v Q_{IVb}^3$).

Основные запасы титана расположены в верхних желто-серых голоценовых песках ($m_v Q_{IVa}^2$), причем богатая залежь приурочена к северо-востоку, более бедная – к югу. Запасы по титану более 2 млн т (ильменит – 1,75 млн т, циркон – 78,5 тыс. т, монацит и ксенотим – 23,7 тыс. т).

Месторождение Хам Тан находится в районе Хам Тан провинции Бинь Туан и представлено желто-серыми песками голоцена (6 на рис. 1). Имеет два рудных тела размерами 2300x400-600x4,25 м и 7800x400-700x3-7,5 м с запасами: ильменит – 1,3 млн т, циркон – 0,44 млн т. Среднее содержание: ильменит – 20–175 кг/м³, циркон – 2–7,5 кг/м³.

В общем, титано-цирконово-редкоземельные месторождения располагаются в прибрежных песках от северной части (Бинь Нгок) до юга Вьетнама (Ха Тянь). Наиболее крупные месторождения, имеющие промышленное значение, сосредоточены в основном в центральной прибрежной части от Куа Хой до Вунгтау (см. рис. 1).

Зарегистрировано 2 больших месторождения с запасами более 500 тыс. т, 7 средних с запасами от 50 до 500 тыс. т, 6 малых – 25–50 тыс. т и остальные (3) не имеют промышленного значения. Большинство рудных залежей располо-

жены в морских отложениях в современной пляжной зоне и в виде продуктов выветривания в береговых песчаных дюнах. В основном они обнажены, лишь часть погребена в прибрежных песках; средняя мощность в пределах 1–1,8 м, минимальная – 0,6–0,8 м, некоторые достигают (Ке Сунг и Кэт Кхань) до 3–4,5 м.

Из рассматриваемых морских месторождений по редкоземельным элементам ни одно промышленного значения не имеет, хотя ряд вьетнамских исследователей предполагает, что в отложениях плейстоцена на этих месторождениях есть вероятность нахождения скандия, золота и т.п. (табл. 1).

Из морских месторождений Вьетнама наиболее изучены и освоены россыпи стекольных песков, которые сосредоточены вдоль побережья. Особый вклад в изучение и обоснование использования таких месторождений внесли Нгуен Дин Тхиен, Ле Дык Куонг и Нгуен Вьет Тханг, которые еще в семидесятые и восьмидесятые годы двадцатого столетия открыли более двадцати месторождений стекольных песков с общими запасами более 584 млн т (табл. 2).

Целенаправленное изучение с применением геофизических способов морских месторождений началось с 1991 г. «Центром морской минералогии (отдел геологии и полезных ископаемых) Вьетнама» и продолжается по настоящее время [3–5]. Особое внимание обращено на выходы русел рек, древние погребенные русла на глубинах до 20–30 м. Все эти месторождения доступны для разработки с применением существующих технологий и оборудования [6–9].

Выводы

За последние десятилетия целенаправленные геологические изыскания на побережье Вьетнама позволили открыть и оценить множество россыпных месторождений ильменит-циркон-монацита, являющихся продуктами разрушения коренных гранитов.

Залежи располагаются в четвертичных элювиальных и делювиальных песчаных и песчано-гравийных отложениях пляжей и на глубинах до 30 м. Кроме тяжелых металлов обнаружено незначительное содержание золота, олова и следы редкоземельных элементов.

На побережье Вьетнама открыты и эксплуатируются также месторождения стекольных песков, часть из которых относится к оптическим. Анализ геологических условий побережья и шельфовой зоны морей Тихого океана позволяет сделать вывод о необходимости продолжения и расширения масштаба поисковых и исследовательских работ с целью увеличения минерально-сырьевой базы Республики Вьетнам.

Таблица 1
Химический состав некоторых прибрежных россыпей (%)

Table 1
Chemical composition of some coastal placers (%)

	Кат Хан	Кай Ан-Ком Сюэн	Куанг Нган	Хам Тан	Ком Нханг	Донг Суан	Муй Не
TiO ₂	47,25	53,30	50,37	53,17	47,57	51,57	50,06
FeO	–	29,38	28,72	21,81	35,66	31,45	24,40
Fe ₂ O ₃	48,51	11,50	11,59	19,22	9,40	11,85	18,68
MnO	–	0,85	0,82	4,05	0,73	0,68	1,12
MgO	–	0,10	0,17	0,24	0,22	0,24	0,22
Cr ₂ O ₃	–	0,05	0,21	0,04	0,12	0,12	0,04

Таблица 2
Химический состав некоторых прибрежных россыпей (%)

Table 2
Chemical composition of some coastal placers (%)

№ пп	Месторождение	Запасы, тыс. т	Качество
1	Фан Ри	228,382	Популярная стеклянная посуда
2	Хонг Сон	40,937	
3	Бин Чау	40,231	
4	Туи Триу (Камрань)	34,301	Тип 1: около 25%
5	Фан Ри Тхань	28,515	Тип 2: около 75%
6	Лонг Нон	22,912	
7	Чом Гэнг	22,856	Популярная стеклянная посуда
8	Динь Тэй	20,708	Популярная стеклянная посуда
9	Кай Тао	20,527	Популярная стеклянная посуда
10	Хам Тан	48,264	Популярная стеклянная посуда
11	Лон Тинь	12,924	Популярная стеклянная посуда
12	Кам Хай	11,469	Популярная стеклянная посуда
13	Нам О	8,827	Популярная стеклянная посуда
14	Тань Тин	5,780	Популярная стеклянная посуда
15	Ван Хай	5,621	Популярная стеклянная посуда и Тип 2
16	Тан Тханг	4,138	
17	Южный Фантьет	4,843	
Всего		561,235	

Примечание: тип 1 – хрустальный песок, тип 2 – оптический песок

Список литературы

1. Генов Р., Димитров Т., Киров Б. и др.; Димов Г. (ред.) *Геология и минеральные ресурсы мирового океана*. Варшава: Intermorgeo; 1990.
2. Ле Дук То. *Фундаментальные проблемы*. В: *Южно-Китайское море*. Ханой: Издательство естественные науки и технологии; 2009. Т. 1.
3. Май Тхань Тан. *Геология и геофизика*. В: *Южно-Китайское море*. Ханой: Издательство Ханойского национального университета; 2003. Т. 3.
4. Nam B.X., Giao H.S. Status of development orientations for mining titanium placers in Vietnam. *Горные науки и технологии*. 2016;(1):40–50. DOI: 10.17073/2500-0632-2016-1-40-50.
5. Данг Суан Фонг. *Методы разведки россыпной добычи*. Ханой: Строительный издательский дом; 2006.
6. Добрецов В.Б. *Освоение минеральных ресурсов шельфа*. Ленинград: Недра; 1980.
7. Нурок Г.А. (ред.) *Технология добычи полезных ископаемых со дна озер морей и океанов*. М.: Недра; 1979.
8. Кириченко Ю.В., Каширский А.С. *Месторождения твердого минерального сырья Мирового океана и потенциал его использования*. *Горный информационно-аналитический бюллетень*. 2015;(9):251–259.
9. Кириченко Ю.В., Каширский А.С., Иващенко Г.С. Анализ экологического воздействия разработок подводных месторождений твердых полезных ископаемых. *Горная промышленность*. 2019;(3):92–97. DOI: 10.30686/1609-9192-2019-3-145-92-97.

References

1. Genov R., Dimitrov T., Kirov B. et al.; Dimov G. (eds) *Geology and Mineral Resources of the World Ocean*. Warsaw: Intermorgeo; 1990. (In Russ.)
2. Le Duc To. *Fundamental Challenges*. In: *South China Sea*. Hanoi: Natural Science and Technology Publishing House; 2009. Vol. 1. (In Chin.)
3. May Thanh Thanh. *Geology and Geophysics*. In: *South China Sea*. Hanoi: Hanoi National University Press; 2003. Vol. 3. (In Chin.)
4. Nam B.X., Giao H.S. *Status of development orientations for mining titanium placers in Vietnam*. *Gornye nauki i tehnologii = Mining Science and Technology*. 2016;(1):40-50. DOI:10.17073/2500-0632-2016-1-40-50.
5. Dang Xuan Fong. *Alluvial Mining Exploration Methods*. Hanoi: Building Publishing House; 2006. (In Chin.)
6. Dobretsov V.B. *Offshore Mineral Resources Development*. Leningrad: Nedra; 1980. (In Russ.)
7. Nurok G.A. (ed.) *Technology for Extracting Minerals from the Bottoms of Seas and Oceans*. Moscow: Nedra; 1979. (In Russ.)
8. Kirichenko Yu. V., Kashirskiy A.S. *Hard minerals and use potential of the World ocean*. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2015;(9): 251–259. (In Russ.)
9. Kirichenko Yu. V., Kashirskiy A.S., Ivaschenko G.S. Analysis of Environmental Impact of Deep Sea Development of Mineral Deposits. *Gornaya promyshlennost = Russian Mining Industry*. 2019;(3):92–97. (In Russ.) DOI: 10.30686/1609-9192-2019-3-145-92-97.

Информация об авторах

Нго Чан Тхиен Кюи – Государственный университет города Хошимина, Институт естественных наук, г. Хошимин, Вьетнам; аспирант Национального исследовательского технологического университета «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация.

Кириченко Юрий Васильевич – доктор технических наук, профессор кафедры геологии и маркшейдерского дела Горного института НИТУ «МИСиС», г. Москва, Российская Федерация.

Информация о статье

Поступила в редакцию: 22.01.2020

Поступила после рецензирования: 03.02.2020

Принята к публикации: 10.02.2020

Information about the author

Ngo Chan Thien Quy – Vietnam National University Ho Chi Minh City, University of Science, Ho Chi Minh, Vietnam; Postgraduate Student at MISiS National Research Technological University, Moscow, Russian Federation.

Yuriy V. Kirichenko – Doctor of Engineering, Professor, Department of Geology and Mine Surveying at the Mining Institute of the MISiS National Research Technological University, Moscow, Russian Federation.

Article info

Received: 22.01.2020

Revised: 03.02.2020

Accepted: 10.02.2020