

МИНЕРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ЗОЛОТОСОДЕРЖАЩИХ ТИТАНОМАГНЕТИТОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАМЧАТКИ

Кунгурова Валентина Егоровна, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник, Научно-исследовательский геотехнологический центр Дальневосточного отделения Российской академии наук, 683002, Российская Федерация, г. Петропавловск-Камчатский, Северо-Восточное шоссе, 30, e-mail: kunwe@yandex.ru

В продолжение изучения золотоносных отложений Юго-Западного побережья Камчатки с целью их дальнейшего комплексного использования исследован минеральный состав отложений пляжа по разрезу. Охарактеризован качественный спектр минералов, присутствующих в образованиях абразионных, абразионно-аккумулятивных и аккумулятивных участков пляжа и приведены их количественные соотношения как по разрезу, так и по площади распространения. Полезные компоненты – золото, титаномagnetит, ильменит, гранаты – концентрируются в виде обогащенных прослоев малой мощности (до 10 см). Золото присутствует в разных количествах в большинстве исследованных проб. Более высокие концентрации золота (21–28 мг/м³) зафиксированы в северной части района исследований. Максимальное содержание золота (57 мг/м³) приурочено к нижней части разреза на абразионных участках пляжа у клифа. Отложения абразионно-аккумулятивных пляжей побережья, нередко осложненные приклифовыми аккумулятивными бермами, перспективны для образования многоярусных россыпей. Исследования проведены на порошковом рентгеновском дифрактометре Rigaku Ultima (метод корундового числа).

Ключевые слова: Юго-Западное побережье Камчатки, рентгенофазовый анализ, метод корундового числа, золото, титаномagnetит, гранаты

THE MINERAL COMPOSITION OF GOLD-BEARING TITANOMAGNETITE DEPOSITS OF THE SOUTH-WESTERN COAST OF KAMCHATKA

Kungurova Valentina Ye., C.Sc. in Geology and Mineralogy, Leading Researcher, Research Geotechnological Center Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, 30 Severo-Vostochnoye shosse, Astrakhan, 683002, Russian Federation, e-mail: kunwe@yandex.ru

In continuation of the study of the gold – bearing sediments of the South-Western coast of Kamchatka for their integrated utilization the mineral composition of the beach sediments along the section was studied. Qualitative range of minerals present in formations of abrasive, abrasive-accumulative and accumulative sites of the beach is characterized and their quantitative ratios of both the section and the area of distribution are shown. Useful components such as gold, titanomagnetite, ilmenite, grenades are concentrated in the form of enriched layers of low thickness (up to 10 cm). Gold is present in different amounts in the majority of the samples studied. Higher concentrations of gold (21–28 mg / m³) were recorded in the Northern part of the studied area. The maximum gold concentration (57 mg / m³) is confined to a lower part of the section on the abrasive allotments of the beach near cliff. Deposits of abrasive-accumulative beaches of the coast, often complicated by near cliff accumulative berms, are promising for the formation of multi-layered placers. The studies are carried out at X-ray powder diffractometer Rigaku Ultima (the method of corundum number).

Keywords: South-Western coast of Kamchatka, X-ray phase analysis, corundum number method, gold, titanomagnetite, garnet

На пляже и шельфе западного побережья полуострова Камчатка широко распространены ореолы «тонкого» золота. О золотоносности этого района известно с 1929 г., когда геологоразведочная партия, проводившая работы под руководством А.Н. Трошина, обнаружила в пробах песка, взятого на прибойной полосе пляжа в районе р. Утка, золото (в отмытом шлихе) в количестве 51 мг. В 1966 г. Т.Ю. Черепановым на морских пляжах были выявлены перспективные золотоносные участки также и в устьях рр. Митоги, Хомутиной [1]. В 1968 г. И.Н. Карбивничим выделен Западно-Камчатский золотоносный район, где установлена устойчивая знаковая золотоносность всех речных долин и пляжа [5]. Эпизодически работы по изучению золотоносности пляжа и шельфа Западной Камчатки, определению содержания тонкого золота в пробах пляжевых песков и способов его извлечения осуществлялись до 1978 г. [2]. Была установлена повсеместная золотоносность всех комплексов отложений прибрежной зоны. Промышленные залежи в пределах пляжей выявлены не были. В 1979 г. И.В. Бондаренко и др. [1] было установлено, что среднее содержание золота пляжевых россыпей составляет 73 мг / м³, морских

россыпей – 100 мг / м^3 . Для оценки современных морских россыпей было рекомендовано провести детальные геологоразведочные работы на шельфе и пляже.

В продолжение изучения золотоносных отложений с целью их дальнейшего комплексного использования нами исследован минеральный состав отложений пляжа по разрезу.

Исследуемая территория представляет собой ступенчатую пологонаклонную (до 1°) к морю равнину, продолжением которой является подводная терраса (шельф). Аккумулятивная низменная равнина протягивается полосой вдоль берега моря (рис. 1). На Западной Камчатке выделено 2 типа берегов [4]: абразионные и аккумулятивные при преобладании в районе исследований абразионных. В береговых уступах обнажаются плейстоценовые водно-ледниковые, мореноподобные отложения, которые интенсивно размываются. К уступу причленен песчано-галечный пляж шириной от 20 м на абразионных участках до 120 м в зонах аккумулятивного профиля.

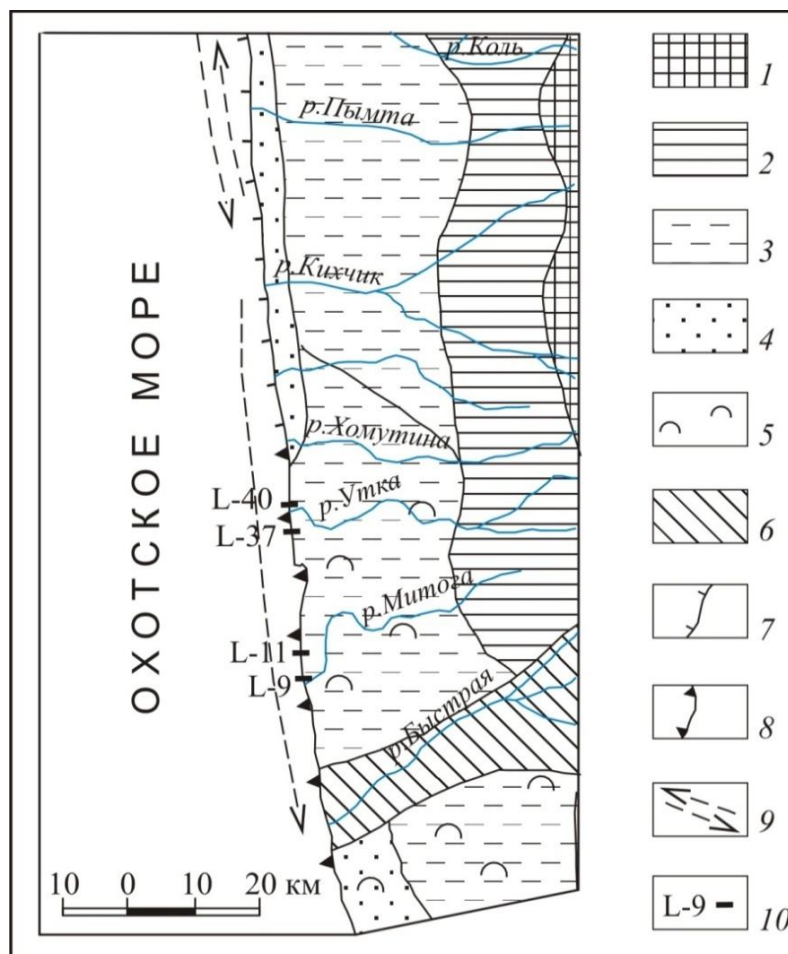


Рис. 1. Структурно-геоморфологическая схема Западной Камчатки (по материалам Свиточ, Кривулин, 1978, с дополнениями автора)

Условные обозначения: предгорное плато – денудационная равнина на слабодислоцированных неогеновых отложениях (1); пологоувалистая равнина (2); аккумулятивная увалистая равнина (3); низменная приморская равнина – верхнеплейстоценовая морская терраса высотой 20-25 м (4); холмисто-грядовый рельеф низменной равнины – раннеплейстоценового возраста (5); древняя долина р. Большая (6); преимущественно аккумулятивный берег (7); преимущественно абразионный берег (8); преобладающие направления вдольбереговых потоков наносов (9); профили, по которым отобраны пробы (10)

В целом качественный спектр минералов в изученных отложениях различных участков пляжа является однотипным, изменяются лишь их количественные соотношения как по разрезу, так и по площади (табл. 1, 2).

Преобладают породообразующие минералы, представленные кварцем (15,6–58,1 %) различных модификаций, плагиоклазами альбит-анортитового ряда (4,2–72,4 %). Присутствуют ромбические, моноклинные и кальциевые пироксены (2,2–45,5 %); слюды (до 17,6 %) – в основном биотит, реже мусковит и флогопит; кали-натриевые полевые шпаты (до 11,1 %). В незначительных количествах – кальциевые и железо-магнезиальные амфиболы (до 4,5 %) при доминировании последних; в переменных – устойчивые алюмосиликаты (ставролит, кордиерит), титансодержащие минералы (сфен, рутил, пирофанит, гейкилит), циркон, топаз и др. В больших пределах колеблются, как по площади, так и по разрезам, содержания тяжелых минералов: титаномagnetита (0,3–31,1 %), гранатов (0–5,7 %), ильменита (0–3,4 %), золота (0–57 мг / м³).

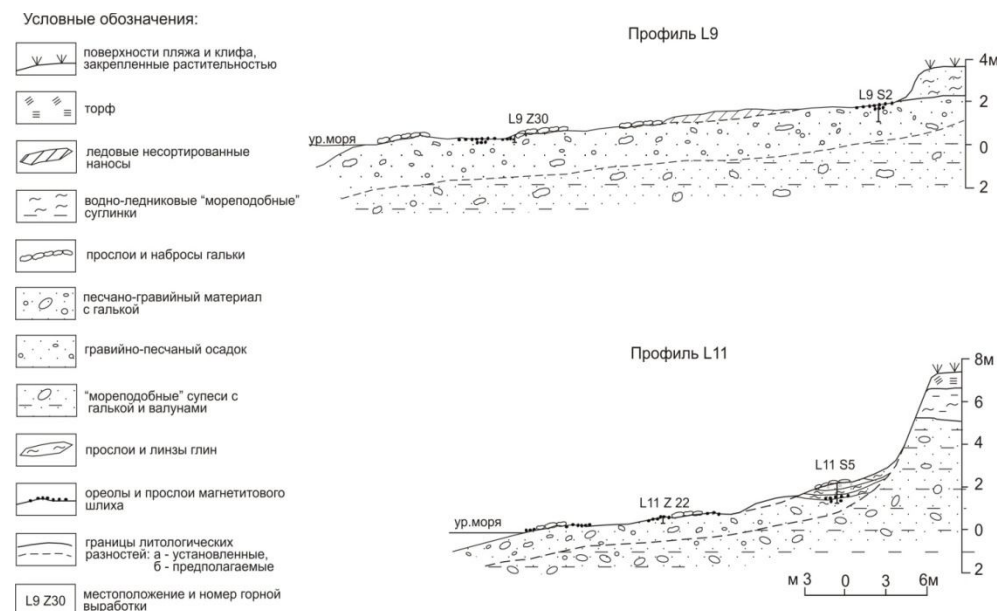


Рис. 2. Схематические геологические разрезы южной части района исследований по профилям L9 (аккумулятивный участок пляжа), L11 (абразионный участок пляжа)

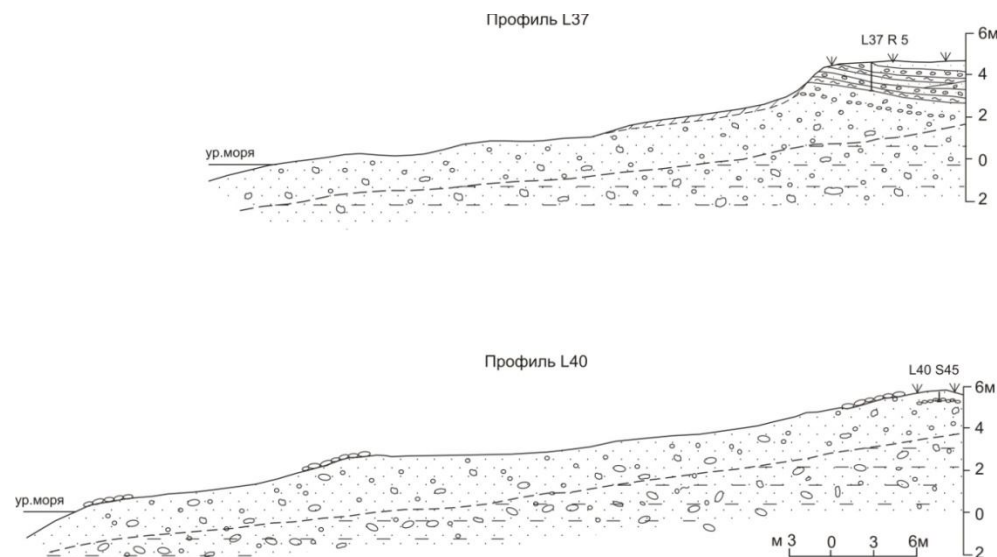


Рис. 3. Схематические геологические разрезы северной части района исследований по профилям L37 (абразионно-аккумулятивный участок пляжа), L40 (аккумулятивный участок пляжа)

На аккумулятивных участках пляжа (рис. 2, 3) береговой уступ нередко отсутствует (L40S45P1, L40S45P2 – в районе впадения р. Утка в Охотское море, северная часть района исследований) или имеется невысокий песчаный уступ высотой 1,0–1,5 м (L9S2P1–L9S2P3 на участке пляжа между рр. Насекина и Митога, в южной части), ограничивающий аккумулятивную террасу. Для отложений характерно несколько меньшее, чем для осадков абразионных участков пляжей, присутствие гальки (в среднем 8,2 %); минимальное количество, относительно других типов пляжей, мелкопесчаной фракции (0,2 %). В минеральном составе преобладают плагиоклаз (18,5–52,2 %) и кварц (15–50,7 %); менее 10 % составляют пироксены (лишь в пробе L9S2P2 ортопироксен встречен в количестве 38 %), слюды (биотит, реже мусковит, флогопит). Содержание золота в пробах L9S2P1–L9S2P3 уменьшается по разрезу от 20 до 5 мг/м³, как и других тяжелых минералов: титаномагнетита, ильменита (табл. 1). В результате сравнения минерального состава проб, отобранных из поверхностного естественного шлиха в направлении от моря к берегу по профилю L9 (проба L9Z30, отобранная из закопуши у второго берегового вала, и L9S2P1 из шурфа, расположенного у уступа), выявлено уменьшение количества золота от 20 до 4 мг/м³ при одновременном увеличении титаномагнетита, гранатов, пироксенов (табл. 1).

Более высокие концентрации этих минералов и золота (21–28 мг / м³) зафиксированы в пробах L40S45P1, L40S45P2 (табл. 2). Поступление материала здесь происходит как с подводного берегового склона, так и за счет дельтового выноса р. Утка отложений размываемой древнечетвертичной террасы, моренных и водно-ледниковых образований, которые золотосодержательны [1]. В условиях субнормального подхода волнения к берегу поток наносов приостанавливается, происходит аккумуляция материала и его обогащение тяжелыми минералами, в т.ч. золотом. Это весьма перспективные участки на предмет обнаружения комплексных россыпей.

Аккумулятивно-абразионные участки пляжей (рис. 3) характеризуются наличием в приклифовой зоне возвышающегося над ними на 0,5–1,5 м марша, поверхность которого закреплена растительностью. Отложениям присуща наибольшая степень сортированности материала; отмечается максимальное количество алеврито-пелитовой составляющей. Разрез отложений, вскрытый расчисткой R5 по линии L37 (рис. 3) представлен чередующимися прослоями (мощностью 10–25 см) песка, галечника, глины. Во всех пробах (P1–P5) присутствует золото в разных количествах. Наибольшие его содержания зафиксированы в прослое среднезернистого песка (табл. 2). Нередко гидродинамически переработанный, ранее сформированный естественный гранат-магнетитовый золотосодержащий шликс захороняется на этих участках пляжа. При этом могут образовываться многослойные россыпи в случае повторения подобной ситуации, что и наблюдается по разрезу.

На абразионных участках пляжа (рис. 2) материал отложений характеризуется меньшей сортированностью. Мощность современных осадков здесь не более 1,5–2,0 м (пробы L11S5P1–L11S5P4). В нижней части разреза, на глубине 1,0–1,1 м, вскрыт захороненный титаномагнетитовый шликс с повышенными содержаниями золота (> 50 мг / м³), титаномагнетита (7,9 %), ильменита (3,1 %), гранатов (до 5 % в сумме, преимущественно альмандин) (табл. 1). Залегают он на маломощных (до 1 см) глинистых отложениях, Класс крупности материала, в котором сконцентрированы тяжелые минералы и золото – 0,05–0,25 мм. Захоронение этого естественного шлиха (который образуется и в настоящее время на поверхности пляжа под воздействием прибоя в условиях гидродинамической активности) могло произойти в результате обрушения берегового склона. На пляжах такого типа чаще всего встречаются ореолы поверхностных природных шлихов (проба L11Z22). Они нередко эродируются во время штормов и вновь образуются после того, как уменьшается волнение. При сравнении минерального состава пробы L11S5P4, отобранной из шурфа у основания клифа и естественного шлиха тяжелых минералов L11Z22 из закопуши, расположенной на поверхности у второго берегового вала, у последнего обнаружены более высокие содержания титаномагнетита (31,1 %), магнезиоферрита (13 %). Количество же золота меньше (10 против 57 мг/м³ соответственно), что свидетельствует о крайне неравномерном его распределении в отложениях пляжа, которое зависит от многих факторов: гидродинамики прибрежно-морской зоны, поскольку абразионный пляж и береговой уступ подвергаются сильной волновой обработке, источников поступления обломочного материала, литодинамических режимов, влияющих на процессы концентрирования тяжелых минералов, структурно-динамических и режимно-тектонических факторов [7].

Таблица 1

Минералы	Химическая формула	Номера проб, интервал опробования по разрезу, м									
		L9		L9		L11		L11		L11	
		S2P1 0-0,25	S2P2 0,25-0,5	S2P3 0,5-0,75	Z30 0-0,05	S2P1 0-0,25	S2P2 0,25-0,5	S2P3 0,5-0,75	S2P4 0,75-1,0	L11 Z22 0-0,1	L11 Z22 0-0,1
кварц	SiO ₂	15,0	24,0	25,9	29,2	45,0	41,0	14,7	15,0	16,3	16,3
кристобалит	SiO ₂	1,6	—	—	—	—	—	—	—	—	—
α-кварц	SiO ₂	0,4	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	—	—	—	—
β-кварц	SiO ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
альбит кальциевый	(Na,Ca)Al(Si,Al) ₃ O ₈	22,2	9,8	27,6	0,2	13,7	15,0	14,5	22,0	2,7	2,7
лабрадор	Ca _{0,88} Na _{0,30} (Al _{1,66} Si _{2,34} O ₆)	3,0	8,5	3,3	1,2	2,4	—	57,4	0,5	1,5	1,5
анортит	CaAl ₂ Si ₂ O ₈	30,0	4,0	20,1	12,4	3,5	—	0,5	2,2	—	—
анортотлаз	(Na _{0,74} K _{0,26})AlSi ₃ O ₈	11,1	3,2	9,1	—	1,2	—	0,6	0,1	1,6	1,6
микроклин	K _{0,98} Na _{0,04} AlSi ₃ O ₈	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
ортоклаз	KAlSi ₃ O ₈	—	0,1	—	—	—	—	0,1	0,2	—	—
ортопироксен	(Mg _{0,928} Fe _{0,072})(Mg _{0,882} Fe _{0,088})Si ₂ O ₆	0,6	38,0	—	—	1,8	—	—	3,5	4,1	4,1
энстатит	Mg ₂ SiO ₄	2,2	2,2	1,6	19,9	4,2	0,7	0,8	20,0	—	—
ферросилит	FeSi ₂ O ₆	—	0,4	—	—	—	—	—	—	—	—
клинопироксен	CaFe ₂ (Si ₂ O ₆)	—	—	0,1	0,6	0,2	0,8	—	2,4	1,2	1,2
клиноэнстатит	Mg ₂ (SiO ₃)	—	—	—	—	—	2,3	—	0,4	7,0	7,0
пикноит	(Mg,Fe,Ca) ₂ Si ₂ O ₆	1,1	1,0	0,6	1,1	1,6	29,8	—	—	—	—
авегит	Ca ₂ (Mg,Fe)Si ₂ O ₆	1,2	0,2	0,9	2,3	0,5	1,7	0,4	1,7	4,5	4,5
диопсид	CaMgSi ₂ O ₆	1,1	2,7	—	0,4	—	3,0	1,0	2,9	0,9	0,9
геденбергит	CaFe ₂ (Si ₂ O ₆)	—	1,0	—	—	0,9	0,5	—	0,2	—	—
актинолит	Ca ₂ (Mg,Fe) ₂ (Si ₄ O ₁₁) ₂ (OH) ₂	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
антофиллит	(Mg,Fe) ₂ (Si ₄ O ₁₁) ₂ (OH) ₂	2,1	—	4,5	—	4,3	0,8	2,3	0,9	—	—
кордиерит	Al ₂ (Mg,Fe) ₂ Si ₄ AlO ₁₈	0,7	—	—	—	—	2,0	—	0,3	—	—
биотит	K(Mg,Fe) ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH, F) ₂	—	0,1	1,8	0,3	0,2	0,5	3,3	—	—	—
флогопит	K(Mg,Al)Fe ₃ Si ₃ O ₁₀ (OH, F) ₂	—	—	—	—	—	0,3	1,0	3,0	—	—
мусковит	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	—	—	—	—	17,6	0,2	—	—	0,3	0,3
пироп	(Mg _{0,72} Ca _{0,28}) ₂ Al ₂ (SiO ₄) ₃	0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—
альмандин	(Ca _{0,24} Mg _{1,12} Mn _{0,04} Fe _{1,59})Al _{1,56} Cr _{0,07} Si ₂ O ₁₂	2,2	1,1	0,6	3,7	0,4	—	0,1	4,6	4,7	4,7
сплессартин	Mn ₂ Al ₂ Si ₂ O ₁₂	—	—	—	1,0	—	—	0,05	—	—	—
гроссуляр	Ca ₂ Al ₂ (SiO ₄) ₃	—	—	0,6	1,0	0,2	0,1	—	0,1	—	—
андрадит	CaFe ₂ Si ₂ O ₁₂	—	0,5	0,1	—	0,2	—	0,05	0,1	—	—
ульвошпинель	(Mg,Fe)(Cr,Al,Fe) ₂ O ₄	0,8	—	1,6	0,6	0,7	0,2	0,9	—	3,8	3,8
титаномагнетит	Fe _{2,25} Ti _{0,25} O ₄	2,9	0,8	1,1	16,3	1,0	0,3	1,0	7,9	31,1	31,1
пирофанит	Mn(TiO ₃)	—	—	—	—	—	—	—	—	2,9	2,9
ильменит	Fe(TiO ₃)	1,6	—	—	1,6	—	0,1	—	3,1	3,4	3,4
рутил	TiO ₂	—	—	—	0,1	—	—	—	0,2	—	—
сфен	CaTiSiO ₅	—	0,1	0,4	0,1	—	0,4	—	1,1	—	—
магнезиоферрит	(Mg,Fe) ₂ O ₄	—	—	—	5,8	—	—	—	—	13,0	13,0
ставролит	Al ₂ FeSi ₂ O ₁₀ (OH) ₂	—	1,0	—	—	—	—	—	—	—	—
эпидот	Ca ₂ (Al,Fe) ₂ (SiO ₂) ₂ (SiO ₂) ₂ (OH)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
гематит	Fe ₂ O ₃	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание: Золото отобрано под бинокуляр МБС-10, количественно подсчитано относительно изначально опробуемого материала (в мг / м³); химические формулы приведены из базы данных [10, 11].

Таблица 2

Минеральный состав отложений северного участка пляжа района исследования									
Минералы	Химическая формула	Номера проб, интервал отпробования по разрезу, м							
		L37 RSP1 0-0,25	L37 RSP2 0,25-0,5	L37 RSP3 0,5-0,75	L37 RSP4 0,75-1,0	L37 RSP5 1,0-1,25	L40 S4SP1 0-0,25	L40 S4SP2 0,25-0,5	L40
кварц	SiO ₂	54,0	27,0	41,0	54,8	54,0	50,7	28,0	—
α-кварц	SiO ₂	—	0,1	—	3,3	—	—	—	—
β-кварц	SiO ₂	—	—	0,2	—	—	—	—	—
альбит кальциевый	(Na,Ca)Al(Si,Al) ₃ O ₈	2,9	39,3	0,4	28,2	23,6	15,0	25,2	—
лабрадор	Ca _{0,68} Na _{0,30} (Al _{1,66} Si _{2,34} O ₈)	—	—	—	0,9	—	—	—	—
анортит	CaAl ₂ Si ₂ O ₈	22,2	23,5	8,3	—	5,3	3,5	22,5	—
анортотлаз	(Na _{0,75} K _{0,25})Al(Si ₃ O ₈)	3,4	0,4	0,7	1,8	0,3	3,6	—	—
микроклин	K _{0,98} Na _{0,04} AlSi ₃ O ₈	—	—	0,4	—	—	1,0	0,9	—
ортоклаз	KAlSi ₃ O ₈	—	0,8	—	2,4	8,4	—	—	—
энстатит	Mg ₂ SiO ₆	1,7	—	—	—	0,3	—	3,0	—
ферросилит	FeSi ₂ O ₆	1,1	—	—	—	—	—	—	—
клинопироксен	CaFe(Si ₂ O ₆)	—	—	—	—	—	0,7	—	—
пикронит	(Mg,Fe,Ca) ₂ Si ₂ O ₆	0,5	0,5	28,7	1,4	0,1	—	2,7	—
авгит	Ca(Mg,Fe)Si ₂ O ₆	0,3	2,0	3,9	0,6	0,4	2,2	—	—
диопсид	CaMgSi ₂ O ₆	0,5	0,6	2,3	0,7	0,3	2,9	0,3	—
антофиллит	(Mg,Fe)(Si ₃ O ₁₁) ₂ (OH) ₂	1,3	0,4	3,4	—	1,1	3,4	—	—
паргасит	NaCa ₂ (Mg ₂ Al)(Si ₄ Al ₂ O ₂₂)(OH) ₂	—	—	—	—	0,7	—	—	—
микроклин	K _{0,98} Na _{0,04} AlSi ₃ O ₈	—	—	—	—	—	1,0	—	—
ортоклаз	KAlSi ₃ O ₈	—	0,8	—	2,4	8,4	—	—	—

Примечание: Золото отобрано под бинокляром МБС-10, количество подсчитано относительно изначально отпробуемого материала (в мг / м³); химические формулы приведены из базы данных [10, 11].

Выводы. Уточнен минеральный состав золотосодержащих отложений пляжа посредством рентгенофазового анализа (метод корундового числа) на Rigaku Ultima IV. Высокая достоверность метода позволяет идентифицировать кристаллическую структуру минералов, установить химический состав, примеси. Поскольку кроме золота в исследованных отложениях присутствуют титаномагнетит, ильменит, гранаты, то это важно как для оценки значимости металлоносных осадков, так и в дальнейшем для разработки схем обогащения технологических проб с целью комплексного извлечения не только золота, но и попутных компонентов.

Проведенные исследования по определению количественного и качественного анализа проб из разрезов золотосодержащих титаномагнетитовых осадков пляжа показали, что полезные компоненты – золото, титаномагнетит, ильменит, гранаты – концентрируются в виде обогащенных прослоев малой мощности и имеют широкое распространение по Юго-Западному побережью Камчатки. Золото присутствует в разных количествах в большинстве исследованных проб.

Более высокие концентрации тяжелых минералов (титаномагнетита, ильменита, граната, золота) зафиксированы в северной части района исследований (L40). Поступление материала здесь происходит как с подводного берегового склона, так и за счет дельтового выноса р. Утка отложений размываемой древнечетвертичной террасы, моренных и водно-ледниковых образований, которые золотосодержащи [1, 6]. Сравнение минерального состава проб, отобранных из поверхностного естественного шлиха по профилю L9, позволило установить, что в направлении от моря к берегу (от второго берегового вала до берегового уступа) отмечается уменьшение количества золота от 20 до 4 мг³ при одновременном увеличении титаномагнетита, гранатов, пироксенов.

Весьма неравномерно распределены по разрезу концентрации тяжелых минералов на абразионных участках пляжа у клифа. Максимальное содержание золота (57 мг/м³) приурочено к нижней части разреза (0,75–1,0 м, проба L11S5P4), где в береговом обрыве обнажаются водно-ледниковые образования, которые по данным предыдущих исследований обогащены благородным металлом [1] и являются промежуточным коллектором золота. В данном случае произошло захоронение естественного шлиха вследствие обрушения берегового склона.

В отложениях абразионно-аккумулятивных пляжей (профиль L37) по всему разрезу в пробах отмечаются примерно равные количества минералов группы магнетита, титана, гранатов, золота. Эти участки побережья, нередко осложненные приклифовыми аккумулятивными бермами, перспективны для образования многоярусных россыпей.

Автор выражает благодарность Газзаевой Е.М. за помощь, оказанную при оформлении графических материалов.

Список литературы

1. Бондаренко И.В., Хитров В.В. и др. Отчет Камчатской партии о результатах общепроисловых работ на россыпи шельфа южной части западного побережья Камчатки за 1976–1978 гг. Фонды: ВГФ, ТГФ, ПТГУ 1979. Т. 1 – 140 с., Т. 2 – 256 с.
2. Горюшкина С.Я., Лифшиц А.И., Золин С.Н. К вопросу определения полного содержания золота при разведке россыпных месторождений М.: Труды ЦНИГРИ. Вып. 82. 1969. С. 108–119.
3. Зенкович В.П., Леонтьев О.К., Владимиров А.Т. и др. Особенности формирования рельефа и современных осадков прибрежной зоны дальневосточных морей СССР. М.: Наука. 1971. 181 с.
4. Карбивничий И.Н. Отчет по теме «Перспективная оценка золотосодержимости Камчатского полуострова». Фонды КТГУ, 1970. 40 с.
5. Кунгурова В.Е., Кононов В.В. Гранулометрические и минералогические особенности золотосодержащих отложений пляжа юго-западного побережья Камчатки. Естественные и технические науки. 2018. № 4 (118). С. 89–97.
6. Кунгурова В.Е., Степанов В.А. Некоторые типоморфные особенности золота прибрежно-морских пляжевых россыпей юго-западной Камчатки // Вестник КРАУНЦ. Серия науки о Земле. Петропавловск-Камчатский. 2010. № 2 (16). С. 35–43.
7. Лаломов А.В. Локальные геолого-динамические факторы формирования комплексных прибрежно-морских россыпей тяжелых металлов. Автореф. дис. докт. геол.-мин.наук. М.: ИГЕМ РАН. 2011. 50 с.
8. Федюкович О.А., Черепанов Г.Ю., Отчет о поисково-рекогносцировочных работах на россыпи золота на участке междуречья Митога-Учхала в пределах Западного побережья п-ова Камчатка в 1972–73 гг. Фонды КТГУ, 1974. 118 с.
9. Manual No. ME11559A02. Cat. No. 2036E101/102/201/202/301/302. Theta-Theta Type X-ray Diffractometer Ultima IV. Instruction Manual. Tokyo. BOEKI LTD. 2012. 77 p.
10. Data base PDXL-2.Version 2.2.10: https://www.rigaku.com/downloads/journal/RJ28-1/RJ28-1_29-30s.pdf (дата обращения: 06.03.2018 г.)

11. Data base PDF-2 Release 2012. Software version: 4.12.3.3. Database version: 2.1202.
<https://www.redbooks.ibm.com> (дата обращения: 6.03.2018 г.).

References

1. Bondarenko I.V., Hitrov V.V. i dr. Otchet Kamchatskoj partii o rezul'tatah obshchepoiskovyh rabot na rossypi shel'fa yuzhnoj chasti zapadnogo poberezh'ya Kamchatki za 1976–1978 gg. Fondy: VGF, TGF, PTGU 1979. T. 1 – 140 s., T. 2 – 256 s.
2. Goryushkina S.YA., Lifshic A.I., Zolin S.N. K voprosu opredeleniya polnogo sodержaniya zolota pri razvedke rossypnyh mestorozhdenij M.: Trudy CNIGRI. Vyp. 82. 1969. S. 108–119.
3. Zenkovich V.P., Leont'ev O.K., Vladimirov A.T. i dr. Osobennosti formirovaniya rel'efa i sovremennyh osadkov pribrezhnoj zony dal'nevostochnyh morej SSSR. M.: Nauka. 1971. 181 s.
4. Karbivnichij I.N. Otchet po teme «Perspektivnaya ocenka zolotonosnosti Kamchatskogo poluostrova». Fondy KTGU, 1970. 40 s.
5. Kungurova V.E., Kononov V.V. Granulometricheskie i mineralogicheskie osobennosti zolotosoderzhashchih otlozhenij plyazha yugo-zapadnogo poberezh'ya Kamchatki. Estestvennye i tekhnicheskie nauki. 2018. № 4 (118). S. 89–97.
6. Kungurova V.E., Stepanov V.A. Nekotorye tipomorfnye osobennosti zolota pribrezhno-morskih plyazhev rossypej yugo-zapadnoj Kamchatki // Vestnik KRAUNC. Seriya nauki o Zemle. Petropavlovsk-Kamchatskij. 2010. № 2 (16). S. 35–43.
7. Lalomov A.V. Lokal'nye geologo-dinamicheskie faktory formirovaniya kompleksnyh pribrezhno-morskih rossypej tyazhelyh metallov. Avtoref. dis. dokt. geol.-min.nauk. M.: IGEM RAN. 2011. 50 s.
8. Fedyukovich O.A., Cherepanov G.YU., Otchet o poiskovo-rekognoscirovochnyh rabotah na rossypi zolota na uchastke mezhdurech'ya Mitoga-Uchkhala v predelakh Zapadnogo poberezh'ya p-ova Kamchatka v 1972–73 gg. Fondy KTGU, 1974. 118 s.
9. Manual No. ME11559A02. Cat. No. 2036E101/102/201/202/301/302. Theta-Theta Type X-ray Diffractometer Ultima IV. Instruction Manual. Tokyo. BOEKI LTD. 2012. 77 r.
10. Data base PDXL-2. Version 2.2.10: https://www.rigaku.com/downloads/journal/RJ28-1/RJ28-1_29-30s.pdf (data obrashcheniya: 06.03.2018 g.)
11. Data base PDF-2 Release 2012. Software version: 4.12.3.3. Database version: 2.1202. <https://www.redbooks.ibm.com> (data obrashcheniya: 6.03.2018 g.).

УРОВЕНЬ ЭРОЗИОННОГО СРЕЗА СЕРЕБРЯНОГО ОРУДЕНЕНИЯ НИЖНЕ-ТАЕЖНОГО РУДНОГО УЗЛА ПО ГЕОХИМИЧЕСКИМ ДАННЫМ (СЕВЕРНОЕ ПРИМОРЬЕ)

Ивин Виталий Викторович, кандидат геолого-минералогических наук, научный сотрудник, Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690022, Российская Федерация, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостоку, 159, e-mail: ivin_vv@mail.ru

Медведев Евгений Иванович, научный сотрудник, Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской академии наук, 690022, Российская Федерация, г. Владивосток, пр-т. 100-летия Владивостоку, 159, e-mail: Cage21@mail.ru.

В данной работе для изучения вертикального размаха серебряного оруденения Нижне-Таежного рудного узла (НТРУ) (Приморский край) авторами использован метод расчета групповых мультипликативных геохимических коэффициентов. Для всех участков НТРУ на основании максимального коэффициента корреляции были выделены основные элементы-индикаторы Ag, Au, Cu, Zn, Pb, Sn, Sb, As, Mo. Исходя из правила рядов зональности для расчета коэффициентов, использовались максимально «удаленные» друг от друга элементы, характеризующихся значительным градиентом изменчивости по вертикали и получены индикаторные значения мультипликативных отношений надрудных и подрудных элементов, для оценки степени эродированности отдельных рудных зон и всего узла в целом. Графическое изображение численных показателей изменения мультипликативных коэффициентов геохимической зональности с глубиной, позволило разделить участки на группы со сходными трендами изменчивости: слабо эродированные – Кумирный, Сухой и значительно эродированные – Кабаний, Левобережный, а затем выделить условно надрудные, верхнерудные и подрудные уровни оруденения.

Ключевые слова: серебро, золото, медь, полиметаллы, зональность, ярусность, геохимия, Нижне-Таежный рудный узел

DEGREE OF EROSION LOWER-TAIGA ORE CLUSTER (NORTHERN PRIMORYE)

Ivin Vitaliy Viktorovich, C.Sc. in Geology, Researcher, Far East Geological Institute Far East Branch Russian Academy of Sciences, 159 100-letie Vladivostoka av., Vladivostok, 690022, Russian Federation, e-mail: ivin_vv@mail.ru