

**Малетойваямит  $Au_3Te_6Se_4$  – вторая находка в мире на эпитермальном золоторудном месторождении Озерновское, Центральная Камчатка**  
**Кудаева Ш.С.<sup>1</sup>, Скильская Е.Д.<sup>1</sup>, Козлов В.В.<sup>2</sup>, Сергеева А.В.<sup>1</sup>**

**Maletoyvayamite  $Au_3Te_6Se_4$  – the second world finding in the Ozernovskoye epithermal deposit, Kamchatka**

**Kudaeva Sh.S., Skil'skaya E.D., Kozlov V.V., Sergeeva A.V.**

<sup>1</sup> *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский;*  
*e-mail: kudaeva.sharapat@gmail.com, wideworldscience@gmail.com*

<sup>2</sup> *Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН, г. Москва*

Приводятся сведения о первой находке редкого минерала селено-теллурида золота – малейтоваямита в рудах Au-Ag Озерновского месторождения. На основе изучения химического состава и минеральных ассоциаций обсуждаются условия кристаллизации малетойваямита и ассоциирующихся минералов селена в рудах Озерновского золоторудного месторождения.

В последние годы на золоторудных месторождениях северной и центральной Камчатки все чаще открывают новые минералы золота (толстыхит  $Au_3S_4Te_6$ , ауроселенид  $AuSe$ , гачингит  $Au(Te_{1-x}Se_x)$ , рудное поле Малетойваем, Северная Камчатка) и селена (светланаит  $SnSe$ , округинит  $Cu_2SnSe_3$ , месторождение Озерновское, Центральная Камчатка), значительно расширяющие наши представления о минералогии этих месторождений [4-7]. Малетойваямит с идеализированной формулой  $Au_3Se_4Te_6$  был впервые описан Н.Д. Толстых при изучении руд месторождений Малетойваемского рудного поля и утвержден в качестве нового минерала в 2020 г. [7]. В рудах Малетойваемского рудного поля малетойваямит формирует зерна 10-50 мкм, находящиеся в сростаниях с самородным золотом, калаверитом  $AuTe_2$ , твердыми растворами  $AuSe-AuTe$ ,  $Te-Se$ , теннантитом, тетраэдритом, голдфилдитом и ватанабитом [7]. По данным [3], образование этого минерала в природе происходит при высокой активности селена и высоких  $fSe/fS$  отношениях.

Озерновское золоторудное месторождение расположено в пределах Северо-Камчатского рудного района в 700 км к северу от г. Петропавловск-Камчатский. Оно приурочено к Правоукинской вулcano-тектонической структуре длительного развития [1]. Месторождение относится к золото-серебряной формации золото-теллуридного промышленного типа. Руды месторождения отличаются широким развитием минералов группы блеклых руд, сложных сульфосолей типа Se-фрейбергита и селенидов [2, 5]. Новый селенотеллурид золота – малейтоваямит был обнаружен авторами в 2021 г. при изучении минералогии высокопробных руд участка БАМ Озерновского золоторудного месторождения.

В исследованных образцах малетойваямит относится к второстепенным минералам, однако встречается чаще остальных и обнаруживает тесную ассоциацию с твердыми растворами Se-Te ограниченной смесимости, вернее с самородным теллуром с устойчивыми соотношениями между элементами, близкими к  $SeTe_2$  и  $SeTe_5$ . Обычно малетойваямит образует включения изометричной или вытянутой, пластинчатой формы, размером 20-40 мкм в твердом растворе Se-Te и продуктах его окисления – теллуриде (рисунок). Малетойваямит Озерновского месторождения имеет свои типоморфные особенности: во-первых, он включает примесь Ag до 2 вес. %; во-вторых, в нем не обнаружено примеси серы, в отличие от образцов из месторождений рудного поля Малетойваем [6, 7], где замещение селена серой существенно, вплоть до образования непрерывного ряда твердых растворов от малетойваямита до толстыхита (сернистого аналога малетойваямита). Отсутствие серы в составе малетойваямита указывает на пониженную активность серы рудообразующей среды Озерновской палеогидротермальной системы. Медианная формула малетойваямита Озерновского

месторождения рассчитана по 27 электронно-зондовым анализам –  $Au_{2.51-3.00}Se_{3.65-4.43}Te_{5.78-6.66}$ .

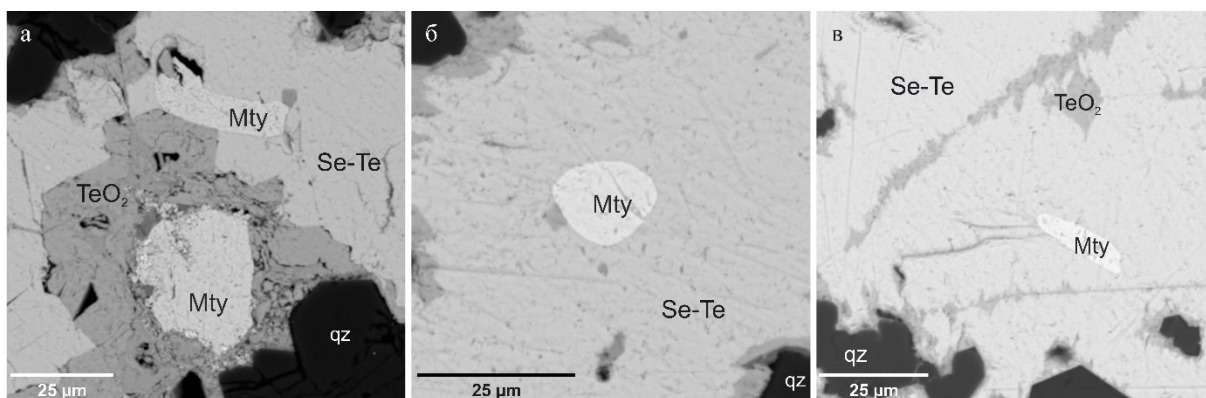


Рисунок. Формы выделения малейвайамита (Mty) в рудах Озерновского золоторудного месторождения: а – включение в теллуриде ( $TeO_2$ ); б-в – включения в твердом растворе Se-Te. Изображения в обратно-рассеянных электронах.

При изучении минерального состава руд Озерновского месторождения был обнаружен уникальный селенотеллурид золота – малейвайамит. Это вторая находка малейвайамита в рудах месторождений Камчатки и Мира. Малейвайамит находится в тесной ассоциации с Se-Te твердым раствором и теллуридом. Присутствие серебра (до 2 вес. %) и отсутствие серы в химическом составе отличает малейвайамит Озерновского месторождения от малейвайамита из руд месторождений Малейвайамского рудного поля. Полное отсутствие в химическом составе малейвайамита серы служит признаком пониженной активности серы ( $fS_2$ ) в рудоформирующей системе Озерновского месторождения. Находка малейвайамита на Озерновском месторождении позволяет рассматривать его с новых генетических позиций.

### Список литературы

1. Демин А.Г. Озерновское месторождение как новый перспективный рудный объект Центральной Камчатки с комплексными рудами на золото, вольфрам, серебро и медь (своеобразие геологического строения, рудный потенциал и методика изучения) // Золото и технологии. 2015. № 1. С. 22-30.
2. Кудяева Ш.С., Скильская Е.Д., Козлов В.В. Новые данные о Se-Te минерализации в рудах Озерновского месторождения, Центральная Камчатка // Новое в познании процессов рудообразования. Материалы XII Российской молодежной научно-практической Школы, 27 ноября – 1 декабря 2023 г. Москва: ИГЕМ РАН, 2023. С. 111-112.
3. Hustor D.L., Sieb S.H., Suterb G.F. Selenium theoretical and its importance to the study of ore genesis: the basis and its application to volcanic-hosted massive sulfide deposits using pixeprobe analysis // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research. 1995. V. 104. P. 476-480. [https://doi.org/10.1016/0168-583X\(95\)00462-9](https://doi.org/10.1016/0168-583X(95)00462-9)
4. Kasatkin A.V., Nestola F., Plášil J. et al. Tolstykite,  $Au_3S_4Te_6$ , a new mineral from Malatoyvayam deposit, Kamchatka peninsula, Russia // Mineralogical Magazine. 2023. V. 87. № 1. P. 34-39. <https://doi.org/10.1180/mgm.2022.109>
5. Okrugin V.M., Vymazalová A., Kozlov V.V. et al. Svetlanaite,  $SnSe$ , a new mineral from the Ozernovskoe deposit, Kamchatka peninsula, Russia. // Mineralogical Magazine. 2022. V. 86. № 2. P. 234-242. <https://doi.org/10.1180/mgm.2021.80>
6. Tolstyk N., Shapovalova M., Podlipsky M. Au-Ag-Se-Te-S Mineralization in the Malatoyvayam High-Sulfidation Epithermal Deposit, Kamchatka Peninsula // Minerals. 2023. V. 13. № 3. P. 420. <https://doi.org/10.3390/min13030420>
7. Tolstyk N.D., Tuhý M., Vymazalová A. et al. Malatoyvayamite,  $Au_3Se_4Te_6$ , a new mineral from Malatoyvayam deposit, Kamchatka peninsula, Russia // Mineralogical Magazine. 2020. V. 84. № 1. P. 117-123. <https://doi.org/10.1180/mgm.2019.81>