

МИНЕРАЛЫ Cd, Se, Re, Te В МЕСТОРОЖДЕНИЯХ И
РУДОПРОЯВЛЕНИЯХ КАРЕЛИИ

Кулешевич Л.В. (kuleshev@krc.karelia.ru), Лавров О.Б. (petrlavrov@mail.ru), Дмитриева А.В. (DmitrievaA-V@yandex.ru)
Карельское отделение. ИГ КарНЦ РАН

CD, SE, RE AND TE MINERALS IN KARELIA ORE DEPOSITS AND
OCCURRENCES

Kuleshevich L.V., Lavrov O.B., Dmitrieva A.V.
Karelian Branch. IG KarRC, RAS

Кадмий относится к редким элементам (кларк 130-135 мг/т), встречается преимущественно в виде изоморфной примеси в минералах Zn - сфалерите и некоторых других. Собственные минералы он образует редко, из них наиболее распространен гринокит CdS. Он не образует самостоятельных месторождений, а входит в состав Zn-полиметаллических руд, из них и добывается. В настоящее время производится ~20000 т Cd в год, его средняя стоимость составляет 2-4 долл. за кг (данные по ценам и использованию элементов приводятся из интернет-сайтов). Высокотоксичный элемент. Основная доля производимого кадмия используется для нанесения антикоррозионных покрытий на металлы и идет на изготовление Cd-электродов для аккумуляторов, Ni-Cd батареи; также он используется в производстве красящих веществ («кадмий желтый и красный»); входит в состав сплавов и припоев на основе Cu, Zn, Ag для снижения $T_{пл.}$; используется в полупроводниках (Cd-Te, Cd-Hg-Te) и люминофорах; иногда для криогенной техники (теплопроводность близка к абсолютному нулю); в изготовлении регулирующих стержней для атомных реакторов. Относительно высокое содержание кадмия встречается в рудах свинцово-цинковых и частично медно-колчеданных месторождений. В Карелии в полиметаллических рудах скарнов Питкярантского рудного поля (Хопунваара, Питкяранта) и в Pb-Zn-жилах установлены повышенные концентрации Cd 0.24%. В сфалеритах медно-колчеданных руд и Pb-Zn жил Cd 0.01-0.32%, в сфалеритах Au-Cu-Mo-порфировых месторождений 0.1-0.4%. Значительные концентрации установлены в сфалеритах полисульфидных руд уч. Таловейс (К-74) - 1.3-2.5%, а также в сфалеритах Ni-Cu-S-проявления Восточно-Вожминского - 2.3%.

Акцессорный гринокит (благодаря микрозондовому анализу) в последние годы был определен в разных типах руд и жилах со сфалеритом. Но наиболее значительные его скопления и концентрация Cd были установлены в галенит-халькопирит-кальцитовых жилах в альбитизированных габбро-долеритах PR₁ возраста рудника Мойна на Рокжозеро-Ондозерской площади. (Разработки меди здесь велись с XVIII

века). Гринокит (Cd 74.6%, Zn 1.97%, S 23.43%) составляет 5% от рудной массы, ассоциирует с галенитом, халькопиритом, Cd-Pb-Cu-S фазами типа шадлунита, электрумом (29-30% Ag). Уникальная находка самородного кадмия сделана на золото-сульфоарсенидном Северо-Гирвасском проявлении.

Селен, распространенность в природе $5 \times 10^{-6}\%$, встречается в самородном виде, входит в селениды, собственных месторождений не образует. Добывается попутно при разработке Se-содержащих руд Ni, Cu, Au и углей. Стоимость 145 долл./кг, изотопа Se-74 – 600 долл./г. Одним из основных направлений потребления Se и селенидов, где используются его полупроводниковые, термоэлектрические свойства, является производство Se-выпрямителей, трансформирующих переменный ток в постоянный; используются изотопы селена, на основе стабильного изотопа Se-74 создан плазменный лазер с мощным усилением в ультрафиолетовой области. Соединения Se токсичны, но в медицине используют микродобавки Se к лекарственным препаратам, витаминам, БАД. Se включен в состав важного антиоксидантного фермента, нормализует обмен нуклеиновых кислот и белков, улучшает репродуктивную функцию, относится к геропротекторам. В Карелии более значительные скопления Se установлены в протерозойских толщах Онежской и Кумсинской структур. Селениды (клаусталит, науманнит, умангит, эвкайрит, лайтакарит, Se-галенит, Pd-Se) приурочены к U и U-V-рудам проявления Светлое и объектам Падминской группы, где они образуются с халькопиритом, борнитом, Au, Pt-Pd-Bi-фазами, гематитом. Встречаются зональные уранинит-клаусталитовые почки. На Великогубском проявлении обнаружен сам. селен. При комплексной разработке таких руд возможна добыча Se. Клаусталит и науманнит - типоморфные минералы золоторудных объектов (Майское, Воицкое, Воронов Бор).

Рений – один из редчайших элементов земной коры (кларк 0.7 мг/т). Добывается попутно из Cu-Mo-порфировых руд и медистых песчаников. Стоимость Re составляет около 1500 долл./кг. Основные области использования: в Pt-Re катализаторах при крекинге нефти (способствует выходу высокооктанового бензина); в сплавах в авиа- и ракетостроении, в Re-W термopарах. В Карелии повышенные содержания были установлены в молибдените Cu-Mo-порфировых руд месторождений Лобаш, Ялонваара и в благороднометалльно-Cu-U-V рудах Падминской группы. Акцессорный рениит и $(Cu,Fe)(Re,Mo)_4S_8$ приурочены к медистым песчаникам проявлений Воронов Бор, Кянюшельга и Pt-S-Cu-Ni рудам Зап.-Рыбозера и Луккулайсваары. Молибдениты Cu-Mo-порфировых месторождений обогащены Re (6–245 г/т) и Os (0.4–6 г/т). Первые находки Os-Cu-рениита $(Re,Cu,Os,Fe)S_2$ были сделаны в S-Cu-Ni-рудах участка Рыбозеро и медных рудах рудопроявления Воронов Бор.

Теллур. В земной коре его содержание $1 \cdot 10^{-7}\%$. Известно около 100 минералов теллура, но наиболее часто встречаются сам. теллур, теллуриды Bi, Pb, Au, Ag. Несмотря на большое число его минералов, основная масса Te извлекается из руд и сульфидов других металлов (молибденита, халькопирита, пирита). Основной источник теллура – это шламы

электролитического рафинирования с Cu, Pb различных типов руд Cu-Ni-месторождений, медноколчеданных и порфировых медных. Его стоимость 225 долл./кг. Теллур входит в состав сплавов Cu, Pb, литейного чугуна; он краситель для стекла и керамики; используется в производстве резины; для покрытия CD-RW дисков. Многие соединения теллура – полупроводниковые материалы, приемники инфракрасного излучения. Среди них исключительное значение получили сплавы КРТ (Cd-Hg-Te), используемые в электронике – в приборах, позволяющих следить за излучениями, производимыми при стартах ракет из космоса, не зависимо от плотности атмосферных облаков. В Карелии теллур установлен: в грейзенизированных скарнах Питкярантского рудного поля с Bi, W, полиметаллами; в Au, Bi, Te-содержащих Cu-Mo-(W)-порфировых рудах (Лобаш, Ялонваара); в S-Cu-Ni-рудах (меланит, Pd-меланит, кейтконит проявлений Зап.-Рыбозерское, Восточно-Вожминское); в золото-кварц-сульфидных и сульфоарсенидных рудах (Рыбозеро, Таловейс); в Cu-Se-U-рудах (Средняя Падма, Светлое). Промышленных скоплений он не образует, но высокие содержания связаны с 1-2 типами руд. На месторождении Лобаш, проявлениях Ялонваара, Хатуноя носителями теллура являются тетрадимит, теллурувисмутит, алтаит, жозеит, сульфожозеит, пильзенит, хедлейит, цумоит, петцит, гессит, они ассоциируют с висмутом, висмутином, разнообразными сульфосолями системы Ag-Pb-Bi-S, золотом, электрумом. На золоторудных месторождениях Таловейс и Рыбозеро Те встречается в более низкотемпературных соединениях с Au и Ag. Здесь установлены сильванит, калаверит, мутманнит, монтбрейит; гессит и петцит образуются при $T < 50^\circ$.