

# РЕНИЙ КАК СТРАТЕГИЧЕСКОЕ МИНЕРАЛЬНОЕ СЫРЬЕ РОССИЙСКОЙ И МИРОВОЙ ЭКОНОМИКИ

Н.И. Ерёмин

Уникальные физические и химические свойства Re (высочайшие плотность и твердость, тугоплавкость, жаропрочность и пластичность, каталитическая активность, химическая стойкость и др.) определяют его широкое использование в жаропрочных сплавах с Mo, W, Ni и др. металлами, необходимых при создании сверхзвуковой авиа- и ракетной техники (лопатки турбин, выхлопные сопла, камеры сгорания газотурбинных двигателей и др.); в Pt-Re-катализаторах при нефтепереработке (производство высокооктанового бензина без добавки тетраэтилсвинца). На эти две области производства приходится соответственно около 70 и 20 % мирового потребления металла [1]. Re используют также для изготовления деталей всевозможных точных приборов, нитей накаливания, катодов, самоочищающихся электрических контактов и др.; для создания покрытий по металлам, предохраняющих от действия морской воды, кислот, щелочей и пр.

Исключительная природная редкость Re (вес. кларк в земной коре  $7 \cdot 10^{-8}$  %) и его рассеянность определяют преимущественное вхождение металла как примеси в кристаллические решетки молибденита –  $\text{MoS}_2$  (до 0,Х % Re) и др. сульфидов (до 0,002 %). Единичные собственные минералы Re редки; это – джезказганит  $\text{Cu}(\text{Re},\text{Mo})\text{S}_4$  (м-ние Джезказган в Казахстане) и таркианит  $(\text{Cu},\text{Fe})(\text{Re},\text{Mo})_4\text{S}_8$  (м-ние Хитура в Финляндии), а также рениит  $\text{ReS}_2$  (в fumarолах вулкана Усу, о-в Хоккайдо, Япония) [2].

Основным источником получения Re в мире являются Mo- и Cu-сульфидные руды Cu-порфировых и стратиформных Cu- в осадочных толщах месторождений; общие запасы попутного (by-product) Re в которых оцениваются в 10 -15 тыс. т. Однако извлекаемые мировые запасы Re по оценке Геологической службы США [1] составляют всего лишь 2,5 тыс. т, из которых более 2/3 приходится на (%): Чили (52) и США (15,6); отмечаются также РФ (12,4), Казахстан (7,6), Армения (5,8), Перу (1,8) и Канада (1,3).

Подавляющая часть МСБ Re РФ приходится на гидрогенные U-Mo-Re- м-ния зон пластового окисления (76 % ресурсов металла страны) [3], пригодные к разработке подземным скважинным выщелачиванием. Одно из них, Брикетно -Желтухинское в Рязанской обл., приурочено к угленосным отложениям  $\text{C}_1$ ; Re-оруденение локализовано в палеорусловых песчаных отложениях бобриковского горизонта, залегающих на  $\text{D}_3$ -известняках и перекрытых N-Q аллювиальными кварцевыми песками. Рудная зона с сод. Re более 0,1 г/т мощностью до 30 м и до 500 м поперечнике залегает на глубине 30-85 м. Другой важнейшей составляющей МСБ Re РФ

является открытое в 1992 г м-ние вулкана Кудрявый (о-в Итуруп) [4,5], разведенное и поставленное на баланс в 2007 г. Запасы Re (минерал рениит) в fumarольном поле вулкана составляют около 10-15 т, а его динамические ресурсы в стационарно выбрасываемых в атмосферу вулканических газах оцениваются от 10 до 37 т/год. Разработана и запатентована технология разработки м-ния; составлено ТЭО проекта, согласно которому наряду с 12 т Re попутно могут добываться Ge, In и Au.

Мировой объем конечной продукции переработки первичного (рудничного) Re - металлической пудры (Re, metal powder), перрената аммония ( $\text{NH}_4\text{ReO}_4$ , ammonium perrhenate, APR) и перрениевой кислоты ( $\text{HReO}_4$ , perrhenic acid) - в пересчете на металл составил в 2016 году 47,2 т, свыше 90 % которого приходится на (%): Чили (55,1), США (16,1), Польшу (14,8) и КНР (5,1), а также Узбекистан и Казахстан (по 2,1), Армению (0,7) и др. страны [1]. В общем мировом балансе производства рения доля его первичной (рудничной) продукции превышает 80%, оставшаяся часть приходится на вторичное (рециклинг) сырье, получаемое за счет гидрометаллургической переработки скрапа суперсплавов на Ni-основе, вышедших из строя лопаток и др. компонентов газотурбинных двигателей, отработанных катализаторов на заводах США, Канады, Эстонии, Германии и России [1].

Будучи вторым после Чили крупнейшим производителем Re-сырья, США на мировом рынке являются и главным его импортером (31,8 т в 2016 г); в период 2012-15 г импорт перрената аммония (APR) осуществлялся из (%): Казахстана (47), Республики Корея (27), Канады (7), Германии (7) и др. стран (12), а металлической пудры – из Чили (86), Польши (6), Германии (3) и др. стран (5) [1]. Суммарное потребление Re-сырья промышленностью США, (39,4 т в 2016 г), более чем на 80% зависящее от импорта и составляющее около  $\frac{3}{4}$  от мирового, наглядно отражает масштаб и уровень развития аэрокосмической (в первую очередь в ВПК) и нефтеперерабатывающей отраслей страны. Производство Re в РФ невелико; промышленные потребности страны удовлетворяются в основном за счет импорта. Необходимо освоение основных российских м-ний Re-сырья.

#### ЛИТЕРАТУРА.

- [1]. USGS. Mineral Commodity Summaries 2017. Rhenium. P.p. 136-137.
- [2]. Bernard A., Dumortier P. Identification of natural rhenium sulfide ( $\text{ReS}_2$ ) in volcanic fumarols from Usu volcano, Hokkaido, Japan // Proc. XI-th Int. Cong. On Electron Microscopy. – Kyoto, 1986. P. 1690 -1693..
- [3]. Карась С.А., Кременецкий А.А., Орлов С.Ю. и др. Новый геолого-промышленный тип гидротенных месторождений рения // Разведка и охрана недр. 2017. No 8. С. 20-27
- [4]. Знаменский В.С., Коржинский М.А., Штейнберг Г.С. и др. Рениит  $\text{ReS}_2$  – природный дисульфид рения из fumarол вулкана Кудрявый // ЗВМО. 2005. No 5. С. 32-40..
- [5]. Чаплыгин И.В. Рудная минерализация высокотемпературных fumarол вулкана Кудрявый (о. Итуруп, Курильские о-ва) // Дисс. канд. г.м наук М., ИГЕМ РАН, 2009. 186с.