

БЛАГОРОДНЫЕ, РЕДКИЕ И РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ В
ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДАХ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ
АМУРСКОЙ ОБЛАСТИ

**Рождествина В.И. (veronika@ascnet.ru), Сорокин А.П., Агеев О.А.,
Малинкин М.Н.**

Амурское отделение. ИГиП ДВО РАН, АмурНЦ ДВО РАН

PRECIOUS, RARE AND RARE-EARTH ELEMENTS IN MINE WASTES,
AMUR REGION

Rozhdestvina V.I., Sorokin A.P., Ageev O.A., Malinkin M.N.

Amur branch. IGNM FEB RAS, AmurSC FEB RAS

Решение проблемы дефицита благородных (БМ), редких (РМ) и редкоземельных (РЗЭ) металлов, которые обеспечивают повышение экономической безопасности страны, возможно только при рациональном использовании недр на основе комплексной переработки минерального сырья. В настоящее время особенно актуальным является поиск альтернативных источников дефицитных металлов, в качестве которых могут рассматриваться отходы производства (золшлаки, глиноземные шламы, фосфогипс, отработанный катализатор крекинга углеводородов нефти, отходы горнодобывающих и перерабатывающих производств).

Амурская область обладает высоким ресурсным потенциалом, который оценивается почти в 700 млрд. дол. (без учета минеральных вод) (Сорокин и др., 2006). Основу добывающей промышленности области составляют золото, бурые угли, строительные материалы, железные и титановые руды, нерудные полезные ископаемые и агроруды. Указанное разнообразие полезных ископаемых определяется сложным геологическим строением территории. Центральную часть области занимает Зейско-Буреинский бассейн, с крупнейшими на Дальнем Востоке топливно-энергетическим комплексом, месторождениями каолина, кварцевых песков, россыпей золота, развитых вдоль периферии. Обрамляют бассейн Малохинганское, Янкано-Тукурингро-Джагдинское и Туранское горно-складчатые сооружения, в пределах которых установлены месторождения золота (рудное и россыпное), редких и редкоземельных элементов.

Амурская область старейший золотодобывающий район, в котором, начиная с XVIII века, добыто около 1000 тонн БМ. Основная часть его добыта из мелкозалегающих четвертичных россыпей и реже из палеоген-неогеновых месторождений. Причем степень его извлечения не превышает 60-70 %. В связи с этим сформировался самостоятельный тип промышленных месторождений – техногенные россыпи. Прогнозные ресурсы таких россыпей

в Амурской области оцениваются более чем в 80 т с содержанием от 33 до 144 мг/м³ (Сорокин, 2006).

Во всех типах россыпей, кроме шлихового, присутствует в промышленных количествах мелкое (преимущественно весьма мелкое) и тонкое золото (МТЗ) - это частицы фракций 0.25-0.05 мм и менее. Частицы золота такого размера, как правило, не улавливаются на типовых разведочных и эксплуатационных промприборах со шлюзами глубокого наполнения, а металл практически не учитывается при оценке недр. В тоже время, на многих объектах Амурской области содержание и ресурсы МТЗ весьма значительные и вполне могут служить резервами для сохранения существующего уровня золотодобычи. За время эксплуатации месторождений накоплены крупные объемы отвалов и хвостов обогатительных фабрик и ШОУ. Так, например, объем таковых Токурского месторождения составляет более 1 млн. т, Соловьевского и других приисков более миллиона тонн. К этому перечню следует добавить отвалы и илоотстойники Чалганского каолинового комбината, которые содержат благородные, редкие и редкоземельные элементы. По данным пробирных анализов содержание золота в илах колеблется от 0.16 до 0.82 г/т. Существенно повышаются концентрации золота (до десятков г/т) после вторичной переработки хвостов песков и обогащения илов переработки шлихов на ШОУ приисков Соловьевский, Дамбукинский, Береговой и Чалгановского опытного цеха АмурНИЦ ДВО РАН, основанного на базе одноименного комбината.

В настоящей статье приводятся данные комплексных минералого-геохимических исследований илов из хвостов переработки золотосодержащих шлихов Чалганского опытного цеха. Пробы представляют собой дисперсную минеральную смесь с размерами частиц менее 100 мкм. Пробы после высушивания разделены на немагнитную (69.5%) и магнитную (30.5%) фракции. Содержания золота в исходной пробе, магнитной и немагнитной фракциях идентичны, что свидетельствует о равномерности его распределения.

В результате проведенных исследований уставлено, что в минеральной смеси илов весьма существенную роль в преобразовании первичных минералов и формировании новых играет ртуть, источник которой имеет как природное происхождение (киноварь HgS), так и техногенное заражение на этапах первичной переработки шлихов. Ведущее положение в группе минералов БМ занимают твердые растворы Au-Ag-Hg, также отмечаются и другие комбинации составов: Au-Hg, Au-Cu-Hg, Au-Ag, Au-Cu. Для Ag установлены минералы аргентит (AgS), имитерит (Ag₂HgS₂), стефанит (Ag₅SbS₄), эмболит (Ag(Br,Cl)), бромаргерит (AgBr). Максимальный размер частиц золота ~50 мкм, но основная часть обнаруженных при изучении частиц не превышает 5 мкм.

Ртуть играет важную роль в минералообразовании исследуемых илов. В них обнаружены металлическая ртуть (Hg), киноварь (HgS), редкие минералы сложного состава твалчрелидзейт (Hg₃SbAsS₃), гортдрамит ((Cu,Fe)₆Hg₂S₅),

марруцциит ($\text{Hg}_3\text{Pb}_{16}\text{Sb}_{18}\text{S}_{46}$), колымит (Cu_7Hg_6) и другие. Также присутствуют и безртутные минеральные фазы сульфо-арсенит-антимониды свинца грейтонит ($\text{Pb}_9\text{As}_4\text{S}_{15}$), иорданит ($\text{Pb}_{14}(\text{As},\text{Sb})_6\text{S}_{23}$).

Состав илов в основном представлен силикатами, алюмосиликатами и оксидами. Часть минералов преобразовалось в различные типы соединений: гидроокислы, карбонаты, сульфаты, фосфаты, арсенаты, хлориды, бромиды и другие. Одновременно наблюдаются первичные с неизменной, слабо измененной и существенно корродированной поверхностью минералы: ильменит, магнетит, магнитные железистые сфероиды с хорошо выраженной полигонизированной структурой, рутил, хромит, пирит, халькопирит, арсенопирит, галенит, антимонид, касситерит, шеелит, вольфрамит, циркон, моноцит, нередко с высокими содержаниями радиоактивных элементов Th и U, а также спорадически уранинит. Довольно часто в илах Чалганского комбината встречаются Nb-Ta минералы весьма разнообразного состава: ряд твердых растворов от колумбита до танталита, самарскит, его иттриевые и иттербиевые разновидности, многоэлементные минералы, содержащие редкие земли, уран, торий и другие, более точная идентификация этих минералов на данном этапе исследований не проводилась. Сульфаты представлены баритом, нередко с повышенными содержаниями Sr (целестинобарит $(\text{Sr},\text{Ba})\text{SO}_4$), Pb (гокутолит $(\text{Ba},\text{Pb})\text{SO}_4$), также эпизодически встречаются англезит $\text{Pb}(\text{SO}_4)$, водные сульфат кальция (гипс $\text{Ca}(\text{SO}_4)\cdot(\text{H}_2\text{O})$).

Сорокин А.П., Белоусов В.И. Ресурсный потенциал россыпных месторождений золота Верхнего Приамурья // Горный журнал. 2006. № 4. С. 29-30.