

**А.С.КУКОЛЕВСКИЙ,**  
*аспирант кафедры металлургии цветных металлов*  
**И.Б.ЕЛЬКИН**  
*ОАО «РУСАЛ ВАМИ»*

## ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ЮВЕЛИРНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ, СОДЕРЖАЩИХ ЗОЛОТО, СЕРЕБРО И ПАЛЛАДИЙ

Предложен универсальный метод переработки отходов ювелирной промышленности, содержащих золото, серебро и палладий. Технология основана на вскрытии этих материалов в растворе соляной кислоты в присутствии экологически чистого окислителя – перекиси водорода. Головная операция обеспечивает концентрирование золота и палладия в растворе, а серебра – в нерастворимом остатке. Разработаны приемы избирательного выделения золота, серебра и палладия, которые позволяют их использовать для приготовления ювелирных сплавов.

The universal method of processing of offcuts of jeweler industry, containing gold, silver and palladium, is offered. Technology is based on dissection of these materials in solution of muriatic acid in presence an environmentally cleaning oxidant are peroxigens. Head operation provides concentration of gold and palladium in solution, and silver in an insoluble remain. The receptions of electoral selection of gold, silver and palladium, which can be used for preparation of jewelers alloys are developed.

По данным аналитических изданий в последние годы добыча золота в России составляет около 150 т/год и имеет тенденцию к увеличению, так как цена золота (более 18 долларов за грамм) превысила максимум прошлых лет и продолжает расти. Необходимо отметить, что доля золота, потребляемая ювелирной промышленностью в последние годы достигает 70 % от добываемого металла.

Процесс изготовления ювелирных украшений связан со значительными потерями благородных металлов, которые составляют до 20 % от массы всех произведенных изделий, а иногда достигают 40 % и более. Основную часть этих отходов составляет литниковая система, литейный и производственный брак, а также отходы от механической обработки украшений. Поскольку цена на металл высока и при этом достаточно много отходов, актуальна проблема его рафинирования. Все виды отходов из сплавов существенно отличаются по составу и содержат примеси, что обуславливает необходимость организации предприятий по раз-

делению и рафинированию благородных металлов.

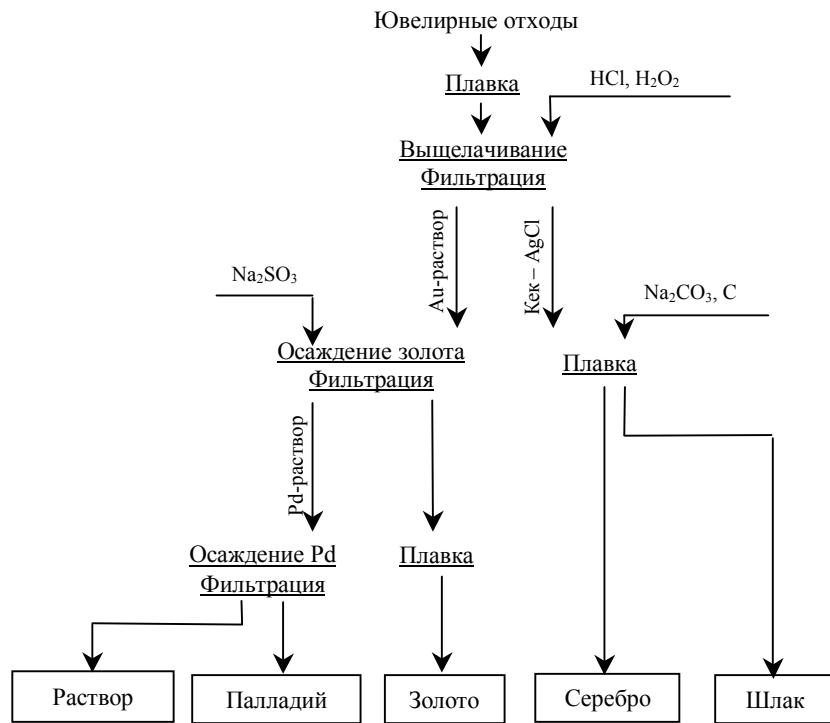
Отметим усредненный состав отходов ювелирного производства, %: Au – 64,275; Ag – 14,2; Pd – 4,5; Cu – 14,457; Ni – 1,228; Zn – 1,34.

Методы аффинажа зависят от состава чернового золота и требуемой чистоты продукции.\* Отходы делятся на три основные группы:

- сухие – расплавленное золото обрабатывают химическими реагентами или переплавляют с различными флюсами;
- химические (мокрые) – основан на применении различных кислот;
- электролитические.

На аффинажных предприятиях в зависимости от состава исходного сырья применяют не один, а два или все три метода в различных комбинациях.

\* Котляр Ю.А. Металлургия благородных металлов. В 2-х т. / Ю.А.Котляр, М.А.Меретуков, Л.С.Стрижко. М.: Руда и металлы, 2005. 432 с.

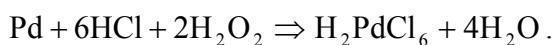
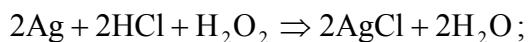
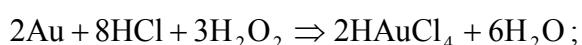


Сырьем для разрабатываемой технологии является проплавленные гранулы отходов ювелирной промышленности. Предварительная плавка необходима для отгонки органики, удаления шлакующихся примесей и обеспечения необходимого гранулометрического состава. Технология основана на вскрытии золото-серебряно-палладиевого сплава в соляной кислоте, где в качестве окислителя применяется перекись водорода (фирма «Оутокумпу», Финляндия).\*

Использование головной операции обусловлено малым содержанием серебра в исходном сырье по сравнению с суммарным содержанием золота и палладия (см. рисунок).

Золото переходит в раствор в форме золотохлористо-водородной кислоты. Нерастворимый хлорид серебра, образующийся в процессе выщелачивания, обогащает нерастворимый осадок и не влияет на кинетику процесса. Выщелачивание проводят при по-

лугоракратном избытке кислоты и перекиси при температуре  $\approx 70\text{-}80^{\circ}\text{C}$ :

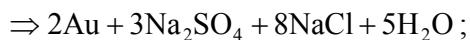


Хлорид серебра плавится в содовой ванне в присутствии угля. Полученное металлическое серебро удовлетворяет требованиям ювелирной промышленности.

Из раствора осаждается золото. В качестве «мягкого» восстановителя используется сульфит натрия. Благодаря различию потенциалов хлоридных комплексов золота ( $\phi_0 = +1,0$  В) и палладия ( $\phi_0 = +0,62$  В) и превышению концентрации золота над палладием в растворе (примерно в 15 раз), в первую очередь восстанавливается золото до металла. Четырехвалентный хлоридный комплекс палладия переходит в двухвалентное состояние и остается в растворе:



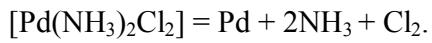
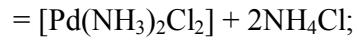
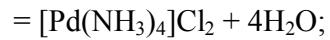
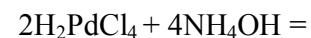
\* Меретуков М.А. Металлургия благородных металлов (зарубежный опыт) / М.А.Меретуков, А.М.Орлов. М.: Металлургия, 1991. 415 с.



Совокупность этих факторов позволит выделить золото требуемой чистоты и добиться высокой степени извлечения. Полученное золото, после переплавки на слитки или гранулы, является товарной продукцией, пригодной для производства ювелирных изделий.

Известно много способов осаждения палладия из хлоридных растворов. Нами предлагается широко известная технология выделения палладия, используемая рядом предприятий, рафинирующих палладий, платину и металлы платиновой группы. Технология основана на совместном осаждении соли Вокелена и гидроокисей тяжелых металлов с последующим образованием растворимого тетрааминхлорида палладия при небольшом избытке аммиака. После фильтрации из этого

раствора подкислением его соляной кислотой осаждается нерастворимый хлорпалладозамин. При его прокаливании выделяется металлический палладий, пригодный для производства ювелирных изделий:



С использованием зарубежного опыта и практики отечественных предприятий предложена технология, обеспечивающая получение чистых по составу золота, серебра и палладия, используемых для производства широкого ассортимента ювелирных сплавов.

Научный руководитель доц. А.М.Беленький