

18. Установка для сбора нефти и нефтепродуктов в ледовой обстановке: А.с. 1592443 СССР, МКИ E02 B15/04 / Д.Ф.Исханов, А.Д.Исханов, Р.С.Гумеров; ВНИИ по сбору подг. и тр-ту нефти и н/продуктов.- № 4425995/23-15//Открытия. Изобретения.-1991. Бюл.№ 34 – 3с.
19. Устройство для сбора нефти из под ледяного покрова водоема: А.с. 1707134 СССР, МКИ. E02 B15/04 / В.А.Федоров, В.И.Логиновский, Р.Я.Нугаев; Вост.НИ нефтегазовый ин-т по ТБ и промсанитарии.–№ 4710562/23-15//Открытия. Изобретения. – 1992. – Бюл.№ 3 –3с.
20. Устройство для сбора нефти из под ледяного покрова водоема: А.с. 1707135 СССР, МКИ. E02 B15/04 / В.И.Логиновский, Р.Я.Нугаев, Н.В.Медингер; Вост.НИ нефтегазовый ин-т по ТБ и промсанитарии. – № 4727954/15//Открытия. Изобретения. – 1992. – Бюл.№ 3 – 5 с.

#### Аннотация

В зимних условиях применение обычных способов и технических устройств локализации и сбора нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов затруднено, либо не приемлемо. Нами разработаны способы локализации и сбора нефтяных загрязнений с поверхности водных объектов, покрытых льдом, отличающиеся низкой энергоемкостью и малыми трудозатратами.

Оценка экономической эффективности применения предлагаемых способов проводилась с использованием нормативно-технической документации. Проведенные расчеты показывают, что затраты на их реализацию и применение в 2-8 раз ниже по сравнению с существующими аналогами.

#### Summary

In winter conditions application of usual methods and technical devices of localization and collection of oil pollution from a surface of water objects is complicated, or not comprehensible. We develop methods of localization and collection of oil pollution from a surface of the water objects covered by ice, distinguished low by power consumption and small expenditures of labour.

The estimation of economic efficiency of application of suggested methods was spent with use of the specifications and technical documentation. The lead calculations show, that expenses for their realization and application in 2-8 times are lower in comparison with existing analogues.

УДК 621.357.1

### ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ РЕКУПЕРАЦИИ СЕРЕБРА И ПАЛЛАДИЯ ИЗ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ЛОМА

**А.А. Насевич, Р.И. Карпович, А.В. Царев,  
И.Д. Макута, Г.М. Корзун**  
*Учреждение Белгосуниверситета «НИИ физико-  
химических проблем», Унитарное предприятие  
«Унидрагмет БГУ»*

Переработка ломов, содержащих драгоценные металлы (ДМ), связана с выделением в процессе производства токсичных веществ, поэтому технология переработки должна предусматривать целый ряд мероприятий по их обезвреживанию [1,2]. В условиях малотоннажных производств, образование и развитие которых характерно в по-

следнее время для данной отрасли, единственно возможным с экономической точки зрения путем решения данной проблемы является разработка и внедрение "чистых" технологий, не приводящих к образованию экологически опасных продуктов и, соответственно, не требующих значительных капитальных затрат на очистные сооружения. Опыт переработки отходов ДМ в виде металлических контактов, биметаллической проволоки, и т.п. (материал основы – медь и медные сплавы), показал, что повысить экологическую безопасность производства, сократить затраты и производственный цикл переработки можно при совместном использовании химических и электрохимических методов рекуперации ДМ.

Разработана технология, включающая три основные стадии: а) селективное электролитическое удаление покрытий ДМ (серебро, палладий, серебро-палладий) с переводом ДМ в электролизный шлак; б) извлечение электролизного шлама из электролита; в) аффинаж концентрата ДМ.

Электрохимическая обработка производится в режиме постоянного напряжения в анодных устройствах вертикального типа; окончание процесса фиксируется по снижению рабочей плотности тока. После разгрузки и промывки водой в аппаратах барабанного типа остаточное содержание ДМ в лигатуре составляет  $10^{-3}$ - $10^{-2}$  вес. %.

Сепарация электролита и промывных вод с накопившимся в них электролизным шлаком проводится на проточном центробежном сепараторе, после чего осветленный электролит перекачивается в электролизер, осветленные промывные воды возвращаются на стадию промывки. Получаемый в сепараторе концентрат содержит после промывки и сушки до 90% ДМ.

Химический аффинаж проводится по схеме, отличающейся от традиционной. За основу процесса взят метод осаждения нерастворимых роданидных комплексов палладия и серебра [3]. Реализованная схема позволяет осуществить разделение ДМ с получением металлического палладия и серебросодержащего концентрата с коэффициентом разделения ДМ, обеспечивающим содержание примесей ДМ в продуктах аффинажа в пределах  $10^{-3}$ - $10^{-4}$  вес. %.

Для проведения испытаний была сконструирована и изготовлена пилотная установка. Объектами исследования служили отходы многократных координатных соединителей телефонных станций представляющие собой биметаллическую проволоку с медным сердечником и плакирующим слоем сплава  $\text{CrPd}_{30}$  толщиной ~0,1 мм (содержание палладия – 17,3 вес.%, серебра – 40,3 вес.%), а также контакты разъемов типа РППГ 2-48 (содержание палладия – 2,6 вес.%, серебра – 2,5 вес.%). При переработке опытной партии отходов с содержанием ДМ 21 кг оптимизированы технологические параметры и получены следующие результаты:

1. степень извлечения ДМ в концентрат – не менее 99,5%;
2. степень анодного растворения основы - не более 5%;
3. содержание ДМ в катодном осадке и электролизном шламе (в пересчете на сухой остаток после промывки и сушки) – не менее 97-98%; основные примеси по данным атомно-эмиссионной спектроскопии: медь, свинец, олово, титан – приблизительно по 0,1-0,2% (вес.);
4. энергозатраты на электрохимическую обработку в расчете на 1 кг сплава  $\text{CrPd}_{30}$  в отходах – не более 3-4 кВт·ч;
5. средний выход по току — не менее 50-60%;
6. содержание примесей в продуктах аффинажа концентрата: в металлическом палладии —  $\text{Ag} \sim 10^{-3}$ ,  $\text{Cu} \sim 10^{-3}$ ,  $\text{Si} \sim 10^{-3}$ ,  $\text{Mg} \sim 10^{-3}$  (вес.%); в серебросодержащем концентрате —  $\text{Pd} \sim 10^{-3}$ ,  $\text{Ti} \sim 10^{-3}$ ,  $\text{Cu} \sim 10^{-3}$ ,  $\text{Pb} \sim 10^{-3}$ ,  $\text{Sn} \sim 10^{-3}$ ,  $\text{Fe} \sim 10^{-3}$  (вес.%);

Проведенные испытания показали высокую эффективность и экологичность технологического процесса, позволяющего:

1. исключить выбросы токсичных газообразных продуктов (сероводорода и т.п.) и минимизировать выделение озона;
2. рекуперировать цветные металлы в процессе переработки отходов ДМ;
3. минимизировать количество сточных вод, содержащих кислоты;
4. обеспечить низкий уровень энергозатрат на единицу продукции;
5. провести аффинаж концентрата ДМ с получением металлического палладия, химический состав которого соответствует ГОСТ 12340-81.

#### Список использованных источников.

1. Переработка вторичного сырья, содержащего драгоценные металлы: Производственно-практическое издание. Научный редактор Ю.А. Карпов. М: Гиналмаззолото, 1996. 290 с.
2. Меретуков М.А., Орлов А.М. Металлургия благородных металлов. М: Металлургия, 1991. 413 с.
3. Пробоотбирание и анализ благородных металлов. Под редакцией И.Ф. Барышникова. М., Металлургия, 1968. 400 с.

#### Аннотация

Разработана технология переработки палладийсеребросодержащих отходов, содержащих драгоценные металлы в виде покрытия на металлической (медь и медные сплавы) основе. Технологический процесс включает три основные стадии: а) селективное электролитическое удаление покрытий ДМ (серебро, палладий, серебро-палладий) с переводом ДМ в электролизный шлам; б) извлечение электролизного шлама из электролита; в) аффинаж концентрата ДМ.

Технология позволяет:

- исключить выбросы токсичных газообразных продуктов (сероводорода и т.п.) и минимизировать выделение озона;
- рекуперировать цветные металлы в процессе переработки отходов ДМ;
- минимизировать количество сточных вод, содержащих кислоты;
- обеспечить низкий уровень энергозатрат на единицу продукции;
- провести аффинаж концентрата ДМ с получением металлического палладия, химический состав которого соответствует ГОСТ 12340-81.

#### Summary

The technology is developed for processing palladium and silver containing scrap. The process includes three main stages: a) selective electrolytic stripping of PM coatings (silver, palladium, silver-palladium) with conversion of PM into electrolytic slime; b) recovery of electrolytic slimes from electrolyte; c) refining of PM concentrate.

The technology allows:

- to exclude the exhaust of toxic gas products (hydrogen sulphide etc.) and to minimize the escape of ozone;
- to recover non-ferrous metals during scrap processing;
- to reduce the amount of sewage containing acids;
- to provide low level of power inputs on a PM product unit;
- to refine PM concentrate producing metallic palladium with chemical composition meeting GOST 12340-81.