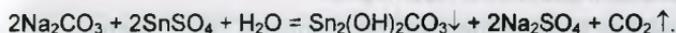
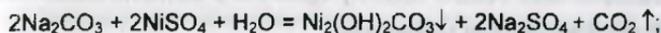


Принципиальной разницы в том, какой растворимый в воде карбонат используется в качестве реагента-осадителя - натрия, калия или аммония - нет. Но с экономической точки зрения предпочтение следует отдавать более дешевому карбонату натрия. Поэтому для осаждения олова и никеля из модельных растворов использовали в качестве реагента-осадителя 40 %-ный раствор карбоната натрия  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ .

Под действием раствора реагента-осадителя на модельные растворы образуются основные карбонаты никеля и олова, в соответствии со следующими уравнениями химических реакций:



Образующийся в результате описанных выше реакций углекислый газ способствует всплыванию частиц основных карбонатов, что позволяет получать мелкокристаллические компактные осадки.

Карбонатный метод осаждения под действием  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  позволил практически полностью осадить из растворов ионы никеля и олова в виде зеленого и белого мелкокристаллических осадков гидрокарбонатов соответственно. Из гидрокарбонатов технологически гораздо проще получать металлы в чистом виде, чем из фосфатов. Следовательно, карбонатному методу следует отдать предпочтение и взять его за основу для разработки технологий комплексной переработки никель- и оловосодержащих жидких промышленных отходов.

УДК 621.762

#### **АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРОШКА КОБАЛЬТА ИЗ РАСТВОРОВ ОТРАБОТАННЫХ ЭЛЕКТРОЛИТОВ**

А. С. Ковчур, В. В. Пятов, А. А. Трутнев, Ю. А. Нетсев  
(ВГТУ, г. Витебск)

Как известно, Республика Беларусь бедна сырьевыми и энергетическими ресурсами. В частности на ее территории отсутствуют месторождения кобальта. Поэтому приходится покупать кобальт за рубежом по высоким ценам, что увели-

чивает себестоимость наших товаров, делая их не конкурентноспособными как на внутреннем, так и на мировом рынках. В то же время наша страна располагает развитой тяжелой промышленностью, неотъемлемой частью которой является гальваническое производство. Отходы этого производства – отработанные электролиты – содержащие большое количество ионов цветных металлов и их соединений, зачастую просто сбрасываются в окружающую среду, тем самым ухудшая экологическую обстановку. Кроме того, на большинстве предприятий, имеющих очистные сооружения, остро стоит вопрос утилизации и захоронения гальванических шламов. Обезвоженные осадки подолгу хранятся в металлических емкостях создавая неудобства и захламляя территорию.

Таким образом, с одной стороны производится сброс цветных металлов и их соединений в окружающую среду, а с другой стороны ощущается их острый дефицит. Поэтому разработка технологии позволяющей получать кобальт из отходов гальваники позволит решить целый ряд проблем, с которыми сталкиваются предприятия имеющие гальваническое производство.

Обобщая результаты исследований можно сделать выводы о пригодности различных методов, для получения кобальта из отработанных электролитов. Рассмотрим главные из них и выберем оптимальный с экономической и экологической точек зрения метод.

Цементационный метод позволяет обрабатывать истощенные растворы, к которым относятся отходы гальванического производства, не требует значительных затрат энергии, дает возможность полного извлечения кобальта, однако он обладает рядом серьезных недостатков: в частности на процесс цементации большое влияние оказывает состав раствора, в том числе и многочисленные примеси, содержащиеся в отработанных электролитах и приводящие к значительному загрязнению порошка. Однако главный недостаток цементационного метода заключается в том, что в процессе цементации выделяется токсичный, взрывопожароопасный мышьяковистый водород, который необходимо утилизировать, что значительно усложнит технологию и повысит себестоимость получаемого порошка. Кроме того из-за использования и возможной утечки высокотоксичных веществ данное производство может значительно ухудшить экологическую обстановку в районе предприятия. На основании выше изложенного заключаем, что для решения поставленной задачи данный метод малопригоден.

Гипохлоритный метод достаточно прост в применении, позволяет благодаря различной степени окисляемости кобальта и никеля отделять их друг от друга. Данный метод основан на окислении двухвалентного кобальта в трехвалентный, так как аналогичное соединение никеля менее устойчиво, то при добавлении гипохлорита натрия к раствору сульфатов и хлоридов в осадок переходит в первую очередь гидроокись кобальта. Хлор или гипохлорит, разумеется не единственные возможные окислители. Аналогичным образом действуют перекиси свинца, титана и других металлов. Однако при получении кобальта из отработанных электролитов порошок будет сильно загрязнен, так как данный метод не устраняет другие примеси. Поэтому, для получения высоких результатов, данный метод целесообразно применять в совокупности с другими методами, например с цементацией – с помощью цементации удаляют основные примеси, а затем гипохлоритным методом осаждают кобальт.

При промышленном производстве кобальта, из электролитических методов, наилучших результатов достигают путем окисления кобальта и осаждения его гидроокиси на аноде, при этом чтобы избежать катодного выделения кобальта к электролиту добавляют соль меди, тогда медь идет на катод, а на аноде выделяется гидроокись трехвалентного кобальта. Однако для извлечения кобальта из отходов гальваники электролитический метод малопригоден, так как исходные растворы – это отработанные электролиты, а значит сильно истощенные и загрязненные, поэтому будет слишком низкий выход порошка, причем загрязненного и очень большие затраты электроэнергии, что означает высокую себестоимость полученного порошка. То есть данный метод не подходит для извлечения порошка кобальта из отходов гальваники.

В последнее время, кроме известных способов выделения металлов из растворов их солей приобрел значение и метод восстановления соли до металла с применением водорода. Однако при применении данного метода необходимо учитывать, что вытеснение металлов происходит последовательно в соответствии с электрохимическими потенциалами металлов, поэтому учитывая загрязненность исходного раствора, этот метод лучше всего применять в совокупности с другими методами, как заключительную часть технологии, то есть когда раствор уже очищен от большинства примесей, в противном случае эти примеси сильно загрязнят получаемый порошок.

Экстракционный метод основан на способности мыла жирных кислот извлекать соли тяжелых металлов из их водных растворов. Сущность этого метода заключается в том, что водный раствор солей соответствующих металлов приводится в соприкосновение с не смешивающейся с водой органической жидкостью, которая избирательно извлекает металлы из исходного раствора. Вследствие различия удельных весов водная и органическая фазы разделяются. Данный метод обладает целым рядом достоинств, в частности позволяет извлекать кобальт из сильно истощенных и загрязненных растворов, процесс осуществляется при комнатной температуре и нормальном давлении, по замкнутому циклу с возможностью полной автоматизации. Однако порошок кобальта полученный этим методом будет значительно дороже, чем например при автоклавном методе получения кобальта. Это связано с тем, что в заключительной части технологии экстракционного выделения кобальта применяется электролитическое осаждение кобальта. Поэтому применение экстракционного метода целесообразно в том случае, когда существует необходимость получать кобальт высокой чистоты ( на уровне 99.9 % Co ).

Получение порошка кобальта автоклавным методом заключается в обработке растворов в герметичных аппаратах при избыточном давлении и чаще всего в восстановительной атмосфере при повышенной температуре. Наиболее эффективны газообразные восстановители, такие как водород, оксид углерода и диоксид серы. В промышленности предпочтение отдается водороду, так как по наиболее важным параметрам он превосходит другие восстановители. Автоклавный метод получения кобальта обладает практически всеми достоинствами перечисленных методов, в частности порошок кобальта полученный этим методом практически не уступает по качеству наиболее химически чистой разновидности порошка – электролитическому, а по таким показателям как насыпная плотность, текучесть – превосходит его ( из-за более правильной формы частиц). Кроме того данный метод позволяет получать кроме кобальта попутно еще и порошки никеля и железа ( рыночные цены на никель и железо сравнимы со стоимостью кобальта ). Поэтому несмотря на то, что порошок кобальта будет стоить примерно столько же, сколько при получении методом цементации, этот метод наиболее предпочтителен, так как предприятие получит дополнительную прибыль от реализации полученных попутно никеля и железа.

На основании выше изложенного дальнейшие исследования следует посвящать разработке технологии получения кобальта автоклавным методом, кроме того рассмотреть метод экстракции как перспективный метод получения кобальта высокой чистоты.

#### Литература:

1. Алкацев М.И. Процессы цементации в цветной металлургии. М.: Металлургия, 1981.
2. Бартфаи Бела. Справочник гальваностега. – М.: Металлургия, 1960.
3. Вишенков С.А. Химические и электрохимические способы осаждения металлопокрытий. М.: Машиностроение, 1975. – 736 с.
4. Гиндин Л.М. Экстракционные процессы и их применение. – М.: Наука, 1984. – 144 с.
5. Ежовска-Тршебятowska Б. И др. Редкие элементы: Распространение в природе и технология извлечения. – М.: Мир, 1979. – 369 с.
6. Перельман Ф.М., Зворыкина А.Я. Кобальт и никель. – М.: Наука, 1975, 215 с.
7. Физико-химические основы процесса химического кобальтирования. Горбунова К.М., Никифорова А.А., Садаков Г.А., Моисеев В.П., Иванов М.В. – М.: Наука, 1974. – 220 с.

УДК 628.511.1

### ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОЦЕССА ПЫЛЕУЛАВЛИВАНИЯ В ВИНТОВОМ ВОЗДУШНОМ ПОТОКЕ

С.С. Клименков, В.В. Силивончик, И.А. Тимонов, А.А. Ходьков  
(ВГТУ, г. Витебск)

При разработке новых конструкций пылеулавливающих устройств важное значение имеют теоретические исследования процесса пылеулавливания в этих аппаратах.