

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ ИОНОВ НИКЕЛЯ, КОБАЛЬТА И ОЛОВА ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ РЕАГЕНТНЫМИ МЕТОДАМИ

Ст. преп. Васильев И.Д. (ВГТУ)

Для осаждения никеля, кобальта и олова из водных растворов можно использовать различные по природе реагенты: сульфидные, гидроксидные, карбонатные и фосфатные, а также проводить осаждение под действием водного раствора аммиака.

Для проведения экспериментов по реагентному осаждению были приготовлены модельные растворы с таким расчетом, чтобы там содержалось 10 г/л ионов Me^{2+} . Модельные растворы имели следующие концентрации:

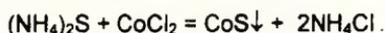
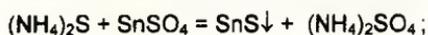
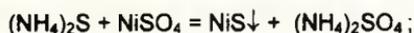
$$C_{NiSO_4} = 26,3 \text{ г/л,}$$

$$C_{SnSO_4} = 18,1 \text{ г/л,}$$

$$C_{CoCl_2} = 22 \text{ г/л.}$$

Сульфидное осаждение.

В качестве реагента-осадителя использовался 30%-ный раствор сульфида аммония. Протекающие процессы можно описать следующими уравнениями реакций:



Сульфидный метод позволил практически полностью выделить никель, кобальт и олово из водных растворов в виде черных и коричневого осадков. Но при этом ощущается едкий запах сероводорода, который относится к веществам второго класса опасности. Поэтому для разработки технологий комплексной переработки никель-, кобальт- и оловосодержащих жидких промышленных отходов сульфидный метод мало пригоден, так как в производственных условиях при промышленном применении потребуются дополнительные затраты на охрану труда и охрану окружающей среды.

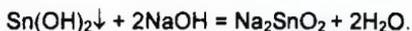
Гидрооксидное осаждение.

Для осаждения ионов никеля, кобальта и олова в виде гидрооксидов использовался 40%-ный раствор NaOH.

Под действием гидроксида натрия никель осадился в виде зеленого $\text{Ni}(\text{OH})_2$, кобальт дал фиолетовый осадок гидроксида, который при избытке щелочи приобрел розоватую окраску. Эти процессы можно описать следующими уравнениями реакций:



Образовавшийся белый осадок гидроксида олова растворялся при добавлении избытка реагента-осадителя, так как обладает амфотерными свойствами. Осаждение и растворение проходит по следующим уравнениям реакций:

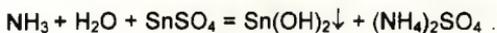
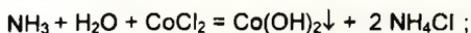


Таким образом, гидрооксидный метод можно использовать только для извлечения никеля и кобальта из водных растворов при $\text{pH} = 8 \div 10$. Однако аморфная структура осадков затрудняет их отделение от жидкой фазы, что в производственных условиях приведет к значительному удорожанию всего технологического процесса.

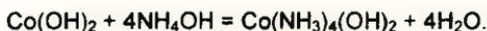
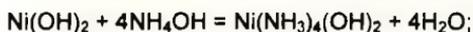
В результате проведенных исследований можно сделать заключение, что гидрооксидный метод нецелесообразно использовать для извлечения ионов никеля, кобальта и олова из жидких промышленных отходов.

Осаждение раствором аммиака.

Водный раствор аммиака широко используется в аналитической химии для разделения металлов, поэтому было решено провести эксперименты по извлечению с его помощью ионов никеля, кобальта и олова из модельных растворов. Проводимые процессы можно описать следующими уравнениями реакций:



Под действием водного раствора аммиака был получен белый осадок $\text{Sn}(\text{OH})_2$, которые не растворялся в избытке реагента - осадителя. Никель и кобальт этим методом не удалось полностью осадить, т.к. осадки частично растворялись с образованием соответствующих аммиаков, согласно уравнениям реакций:



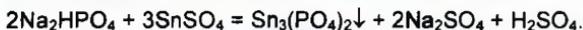
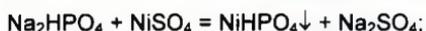
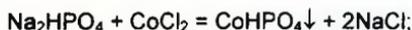
Следовательно, этот метод пригоден только для извлечения олова из жидких промышленных отходов. Однако, образующийся осадок, как и в предыдущем случае, имеет аморфную структуру, что затрудняет его отделение от жидкой фазы. Кроме того водный раствор аммиака имеет неприятный резкий запах, что осложняет его практическое использование без дополнительных мер по охране труда и защите окружающей среды в условиях промышленного производства.

Таким образом, аммиачный метод не может быть использован для разработки технологии комплексной утилизации жидких никель-, кобальт- и олово-содержащих промышленных отходов.

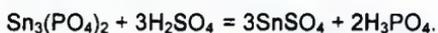
Фосфатный метод осаждения.

При взаимодействии растворимых в воде фосфатов и гидрофосфатов с катионами различных металлов, в том числе никеля, кобальта и олова, образуются труднорастворимые соединения.

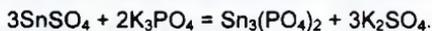
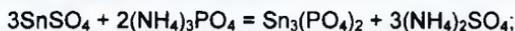
В качестве реагента-осадителя для проведения экспериментов был взят 30%-ный раствор гидрофосфата натрия. Под действием этого реагента на модельные растворы протекали следующие химические реакции:



Использование гидрофосфата натрия в качестве реагента-осадителя позволило практически полностью извлечь из растворов ионы никеля и кобальта в виде зеленого и фиолетового осадков, соответственно. Образующаяся в последней реакции в качестве побочного продукта серная кислота понижает pH раствора и частично растворяет белый осадок фосфата олова в соответствии со следующей реакцией:



В связи с этим, для фосфатного осаждения олова вместо раствора гидрофосфата натрия были использованы 30 %-ные растворы фосфатов аммония и калия, под действием которых протекают следующие химические реакции:



Образующиеся осадки гидрофосфатов и фосфатов имеют мелкокристаллическую структуру и гораздо легче чем гидроксиды отделяются от жидкой фазы. Однако, извлечение чистых металлов из этих соединений технологически более сложный процесс, чем соответствующих гидроксидов.

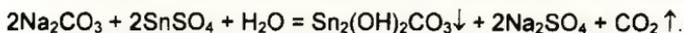
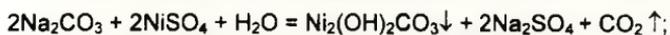
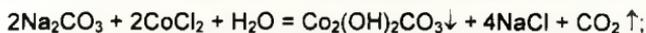
Таким образом, фосфатный метод можно использовать для разработки технологий извлечения ионов металлов из никель-, кобальт- и оловосодержащих жидких промышленных отходов. Конечной целью этих технологий не может являться получение в чистом виде металлические никель, кобальт и олово.

Карбонатное осаждение.

В данном методе 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 кобальта, олова и никеля из модельных растворов использовали в качестве реагента-осадителя 40 %-ный раствор карбоната натрия Na_2CO_3 .

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



Следует отметить, что осаждение основных карбонатов происходит при более низких значениях pH, чем осаждение соответствующих гидроксидов металлов, что позволяет при правильно выбранных условиях полностью осаждавать металлы при значительной экономии реагентов. Образующийся в результате описанных выше реакций углекислый газ способствует всплыванию частиц основных карбонатов, что позволяет получать мелкокристаллические компактные осадки.

Карбонатный метод осаждения под действием Na_2CO_3 также позволил практически полностью осадить из растворов ионы кобальта, никеля и олова в виде фиолетового, зеленого и белого мелкокристаллических осадков гидрокарбонатов соответственно. Из гидрокарбонатов технологически гораздо проще получать металлы в чистом виде. Следовательно, карбонатному методу следует отдать предпочтение и взять его за основу для разработки технологий комплексной переработки никель-, кобальт- и оловосодержащих жидких промышленных отходов.

Исходя из проделанных экспериментов по осаждению кобальта, олова и никеля различными реагентами можно сделать следующие выводы:

1. Для разработки технологий комплексной переработки никель-, кобальт- и оловосодержащих жидких промышленных отходов сульфидный метод мало пригоден, так как является экологически небезопасным.

2. Гидрооксидный метод можно использовать только для извлечения никеля и кобальта из водных растворов при $\text{pH} = 8 \div 10$, однако аморфная структура осадков затрудняет их отделение от жидкой фазы, следовательно гидро-

оксидный метод нецелесообразно использовать для извлечения ионов никеля, кобальта и олова из жидких промышленных отходов.

3. Аммиачный метод пригоден только для извлечения олова из жидких промышленных отходов, но осадок имеет аморфную структуру, а водный раствор аммиака имеет неприятный резкий запах. Следовательно, аммиачный метод не может быть использован для разработки технологии комплексной утилизации жидких никель-, кобальт- и оловосодержащих промышленных отходов.

4. Фосфатный метод можно использовать для разработки технологий извлечения ионов металлов из никель-, кобальт- и оловосодержащих жидких промышленных отходов, если конечной целью этих технологий не является получение в чистом виде металлических никеля, кобальта и олова.

5. Карбонатному методу следует отдать предпочтение и взять его за основу для разработки технологий комплексной переработки никель-, кобальт- и оловосодержащих жидких промышленных отходов.