

## Создание систем непрерывной очистки циркуляционных растворов электролитов от отравляющих примесей в процессе электролизного производства катодной меди, цветных и редких металлов.

Проблема эффективной очистки и регенерации рабочих электролитов – одна из постоянных проблем в гидрометаллургии цветных и редких металлов, от решения которой напрямую зависит качество выпускаемой продукции. С учетом этого обстоятельства в компании «НьюКем Текнолоджи» были проведены исследования по технологии очистки рабочих электролитов медных и цинковых производств с применением подходов, основанных на использовании инновационного «НьюКем-метода». При этом, были достигнуты обнадеживающие результаты.

Нами была получена и переработана на стендовой установке в лабораторных условиях проба выводного электролита с цеха электролиза меди (ЦЭМ) Балхашского медеплавильного завода (Казахстан) в объеме 5 л.

В приведенной ниже таблице показаны сравнительные данные по концентрации отдельных примесных компонентов в исходном и переработанном растворах.

Компонент	Концентрация в исходном электролите, г/л	Концентрация в переработанном электролите, г/л
$\text{Cu}^{2+}$	40,30	41.2
$\text{Ni}^{2+}$	2,25	0.75
$\text{SO}_4^{2-}$	204,40	209.50
As(III)+As(V)	4,41	0.86
Fe	2,50	0.83
$\text{Ca}^{2+}$	0,54	0.36
$\text{CuSO}_4$	104	104
$\text{H}_2\text{SO}_4$	122	122

Как видно из этих данных, после переработки достигается:

- **уменьшение содержания растворенных примесей 4-й группы (Fe, Co, Ni, Zn) - не менее чем в 3 раза;**
- **уменьшение содержания примесей 2-й группы, в частности, As + Sb - не менее чем в 5 раз.**

По результатам проведенных исследований нашими инженерами предложена концепция модернизации ЦЭМ, позволяющая в случае её реализации решить проблему существенного повышения качества катодной меди без проведения дорогостоящей реконструкции металлургической части завода.

Речь идет о внедрении небольших компактных установок производительностью 1 м<sup>3</sup>/час, которые позволят дважды в месяц обновлять состав электролита в ваннах одной циркуляции, что в итоге приведет к постепенному снижению его загрязненности и выходу на стационарный состав с низким содержанием примесей.



## Основные технические характеристики и состав предлагаемой установки.

Производительность по электролиту - 24 м<sup>3</sup>/сутки; диапазон температур: 25-45 °С.

Режим работы установки: при отработке технологических режимов - периодический, при проведении длительных ресурсных испытаний - непрерывный, круглосуточный, с возможностью эксплуатации не менее 7 920 рабочих часов в году (330 суток)

Предполагаемое качество получаемого очищенного электролита:

- уменьшение содержание растворенных примесей 4-й группы (Fe, Co, Ni, Zn)- не менее, чем в **3** раза;
- уменьшение содержание примесей 2-й группы, в частности, As + Sb - не менее, чем в **5** раз.

Установка занимает площадь не более 10 кв.м. и может устанавливаться для каждой из циркуляций на втором ярусе рядом с соответствующим теплообменником, как показано на Рис.1. Для этого следует организовать небольшую байпасную линию (на 1 куб м. в час) на линии с циркуляцией электролита порядка 100 куб м. в час.

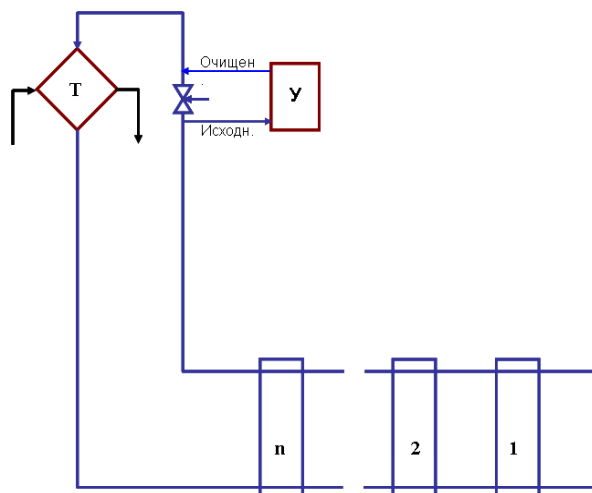


Рис. 2. Принципиальная схема включения установки в схему циркуляции.  
1, 2, n - электролизные ванны; Т - теплообменник, У - установка для очистки электролита.

Предполагаемый состав пилотной установки показан на Рис.3.

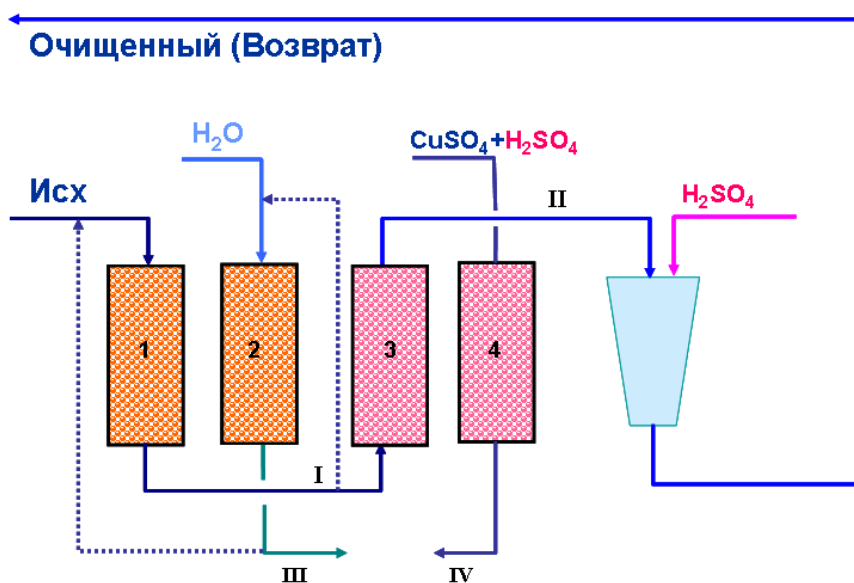


Рис. 3. Технологическая цепочка линии очистки.  
1, 2 - специальные колонны с анионитом (по 300 л) с динамическими пленками органической фазы (для нано-сорбции); 3, 4 - колонны с катионитом (по 200 л).

Технологическая цепочка очистки, показанная на Рис.3, достаточно проста: исходный раствор, взятый из линии циркуляции, проходит через специальную колонну с анионитом в сульфатной форме (чтобы не было анионного обмена), содержащую органическую фазу. При этом получается раствор I, который далее транзитом проходит через сульфокатионит в медной форме (в смешанной медно-водородной форме), далее, получаемый раствор II подается в промежуточную емкость для корректировки состава и получаемый очищенный раствор возвращается в линию циркуляции.

Раствор I имеет состав, аналогичный составу, показанному на Рис. 4 и соответствующему концентрационным линиям, расположенным между вертикальными закрашенными полосками. В нем практически не меняется концентрация примесей 4 группы (Fe, Co, Ni, Zn), но в 2 раза уменьшается содержание мышьяка (и сурьмы), т.е. примесей второй группы.

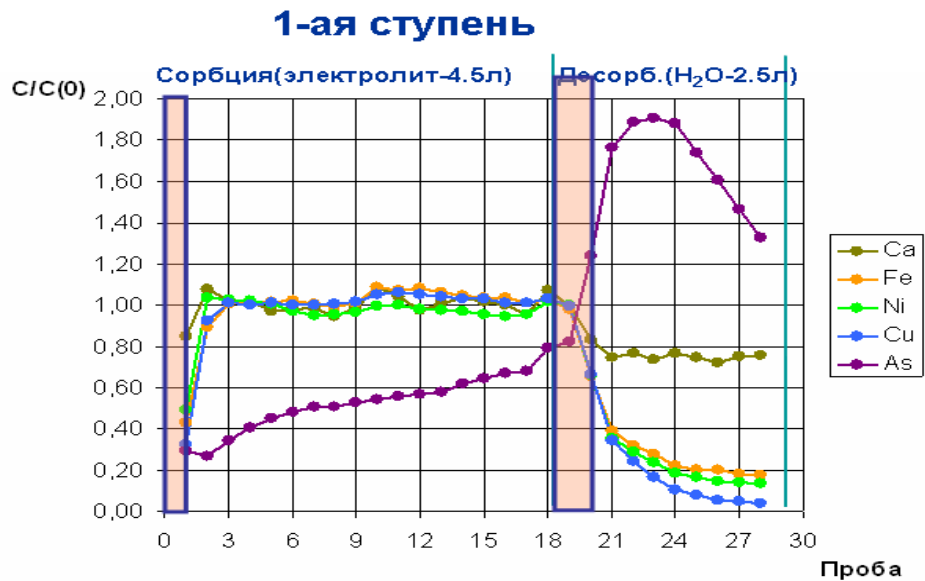
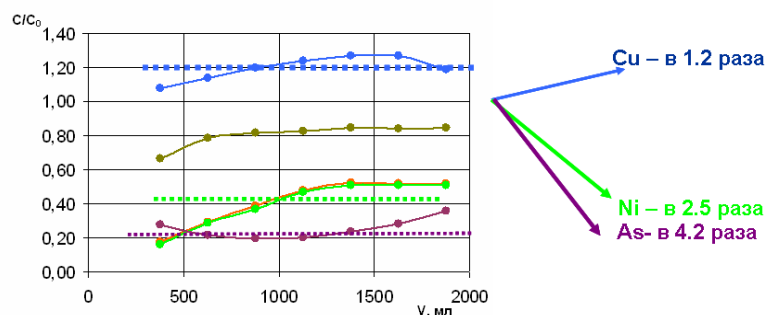


Рис.4. Выходные кривые очистки от примесей 2-ой группы.

Раствор II имеет состав, аналогичный составу, показанному на Рис. 5. Существенно понижено содержание примесей 4 группы и наблюдается дальнейшее снижение примесей мышьяка (и аналогично - сурьмы). Повышенное содержание меди, наблюдавшееся в лабораторных экспериментах, связано с тем, что применялась чистая медная форма катионита. На практике следует применять смешанную медно-водородную форму.

**2-я ступень.**



При разбавлении до  $C_0(\text{Cu})$ :  
 - снижение концентрации Ni и Fe - в 3 раза;  
 - снижение концентрации As - в 5 раз.

Рис. 5. Вторая ступень очистки электролита на катионите в медной форме.

После указанных ступеней очистки имеет также место снижение содержания серной кислоты в растворе II почти на 35 %, поэтому на последней стадии цепочки очистки проводится жозирование концентрированного раствора серной кислоты. Расход 98% серной кислоты - 42 кг/ч (23 л/ч);

Для того чтобы описанный процесс очистки происходил непрерывно, в схеме показанной на рис.3, используются пары колонн, так чтобы внутри каждой пары одна из колонн находилась в режиме очистки, а вторая - в режиме регенерации.

Регенерация специальных колонн проводится водой (куда добавляется раствор, вытесняемый из колонн в начале каждого цикла очистки на ней, как показано пунктирной линией на Рис.3 и первой вертикальной закрашенной полоской на рис.4). Процесс регенерации идет аналогично процессу, показанному на Рис 4 линиями, начинающимися со второй закрашенной планки. Как видно на рисунке, в начале процесса выходит равновесный состав электролита, близкий к исходному очищаемому раствору, и поэтому этот состав возвращается в голову процесса (см. пунктирную линию на рис.3), а затем выходит раствор, содержащий мало меди и других компонентов, но обогащенный почти в два раза мышьяком (и сурьмой). Получаемый грязный раствор III (на рис.3) требует переработки и утилизации.

Регенерация катионитных фильтров проводится раствором смеси медного купороса и серной кислоты. Получаемый грязный раствор IV необходимо перерабатывать и утилизировать.

При использовании такой простой схемы, показанной на Рис.3, средние расходы реагентов были бы следующие:

- вода - 0.5 м<sup>3</sup>/ч;
- раствор, содержащий 5% серной кислоты и 5% медного купороса - 250 л/ч (расход меди соизмерим с количеством удаляемых примесей).

Кроме этого, каким-то образом необходимо утилизировать такие же объемы грязных сточных вод.

Для того чтобы избежать одновременно указанных двух проблем предлагается установка с замкнутой схемой очистки, показанной на Рис.6.

### Принципиальная схема пилотной установки

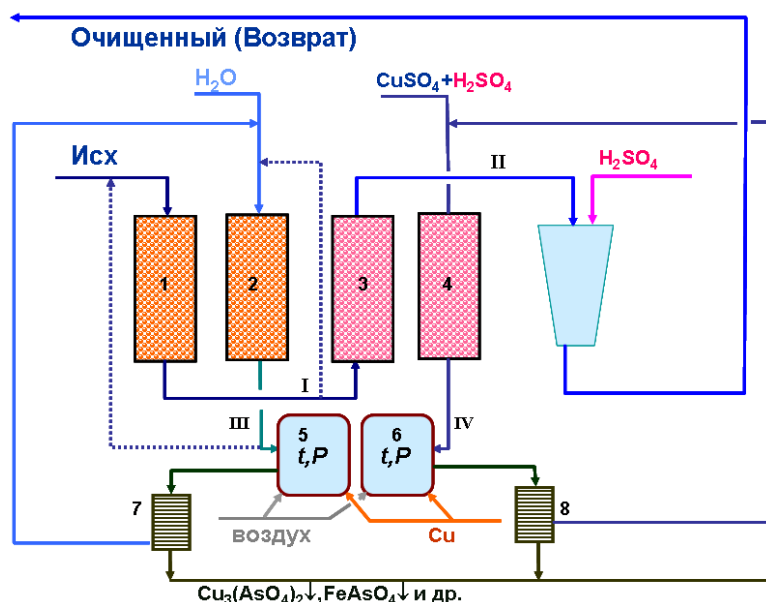


Рис.6. Принципиальная схема очистки электролита по замкнутой схеме.

1,2 - колонны для нано-сорбции с динамическими пленками; 3,4 - колонны с катионитом, 4' - емкость для доукрепления кислотой; 5,6 - автоклавные аппараты для окислительной нейтрализации; 7,8 - механические фильтры.

В соответствии с указанной схемой, потоки III и IV обрабатываются методом окислительной нейтрализации для получения суспензий арсенатов, последние отделяются на фильтрующих аппаратах и фильтраты возвращаются в соответствующие линии.

При использовании указанной схемы, расходы реагентов будут следующие (только на подпитку):

- Вода - 50 л/ч;
- Раствор, содержащий 5% серной кислоты и 5% медного купороса - 25 л/ч.

В промышленном варианте предлагаемые установки предполагается выпускать в автоматизированном виде (за исключением сбора осадков).

**ООО «НьюКем Текнолоджи» приглашает потенциальных заказчиков, инвесторов и других заинтересованных лиц к сотрудничеству по совместной коммерциализации данной технологической разработки.**