

# ИЗВЛЕЧЕНИЕ МЕДИ И НИКЕЛЯ ИЗ СТОЧНЫХ ВОД, СОДЕРЖАЩИХ ИОНЫ АММОНИЯ И ПИРОФОСФАТА



к.т.н., с.н.с. Трубникова Л.В.,  
д.т.н., проф. Байрачный Б.И., асп. Майзелис А.А.

Национальный Технический Университет  
«Харьковский Политехнический Институт»

IX Международная конференция  
«Сотрудничество для решения проблемы отходов»  
28–29 марта 2012 г., Харьков, Украина

# $P_2O_7^{4-}$ и $NH_4^+$ в гальванохимическом производстве

Пирофосфатные электролиты меднения используют при осаждении

- **подслоя** в процессе гальванической обработки электроотрицательной основы,
- **слоя** в технологиях металлизации **диэлектриков**,
- **композиционных** покрытий,
- функциональных покрытий **сплавами**, в том числе и с никелем.

Аммиачные растворы применяют

- для **травления** печатных плат,
- в качестве выщелачивающих растворов при **переработке твердых отходов**, содержащих, в том числе медь и никель,
- при **осаждении покрытий** металлами и сплавами, в том числе меди с никелем.

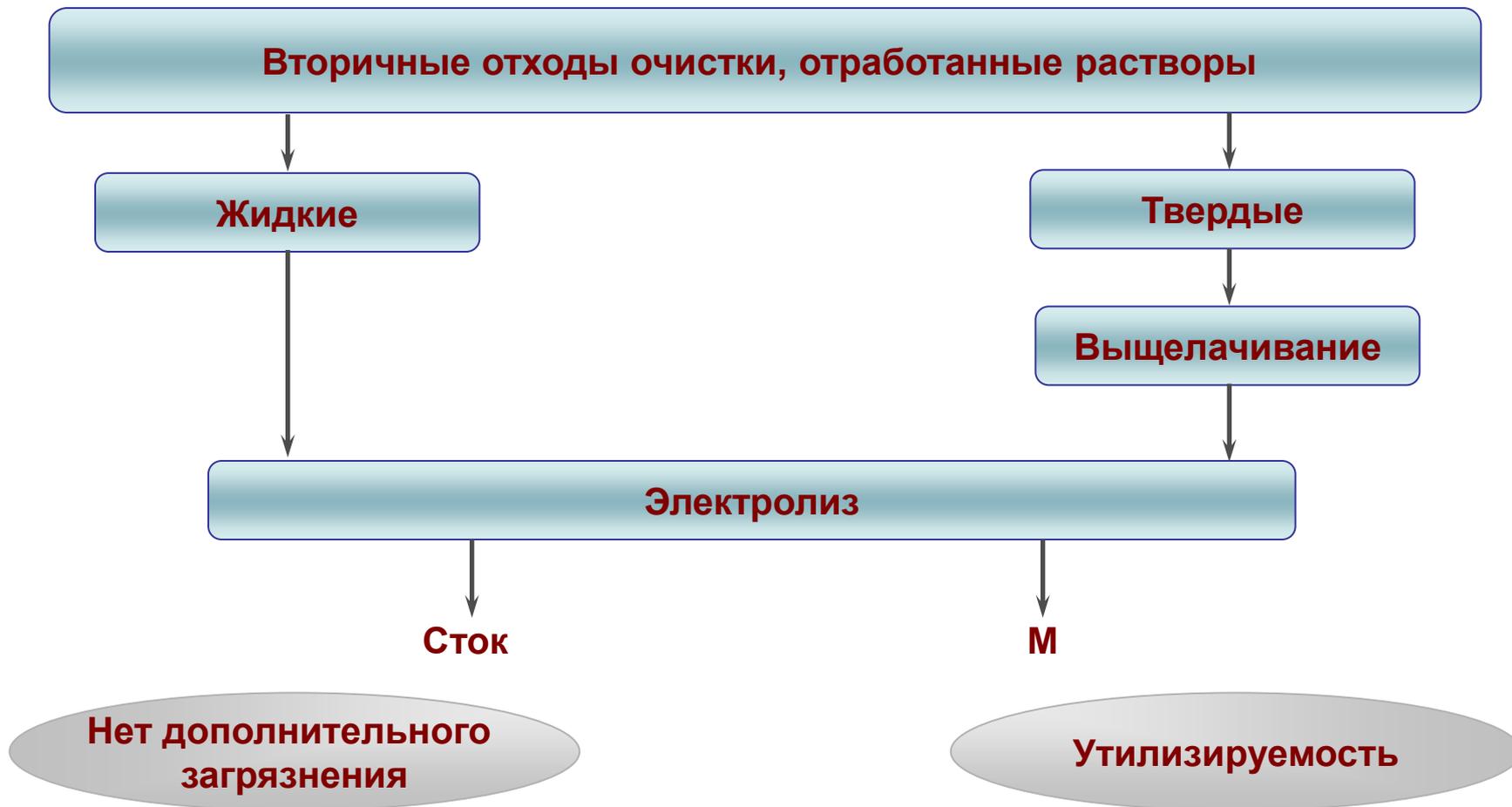


# Локальные схемы очистки

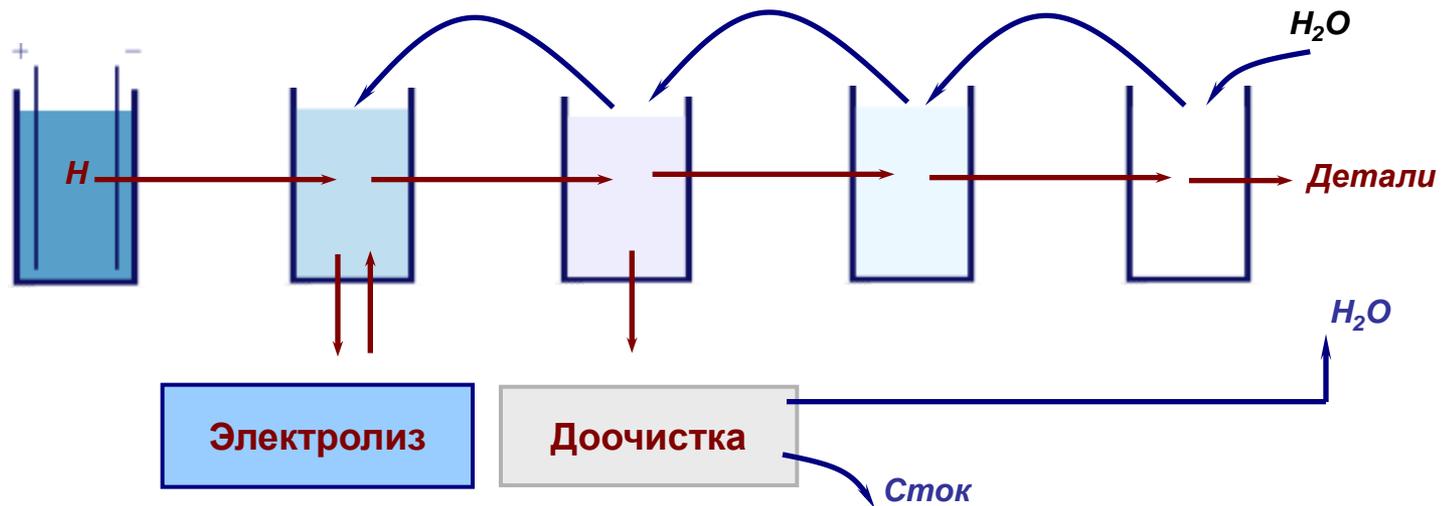


- Ионный обмен, адсорбция, реагентное осаждение, экстрагирование,
- Испарение, мембранные (микро-, ультра-, нанофильтрация, обратный осмос),
- Электродиализ, цементация, электрокоагуляция, электрофлотация, электролиз

# Электролитическое извлечение металлов



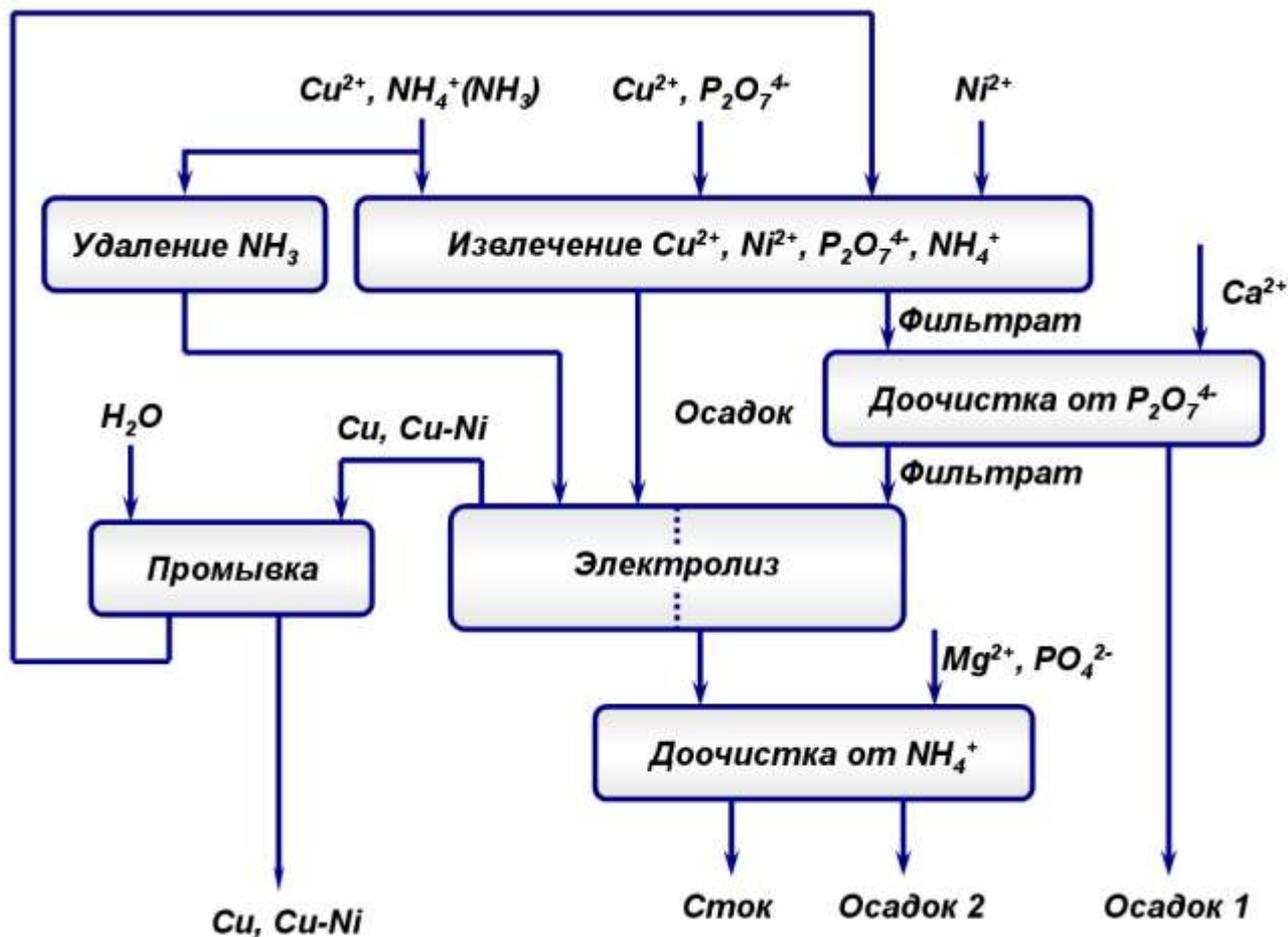
# Комбинированные локальные схемы очистки



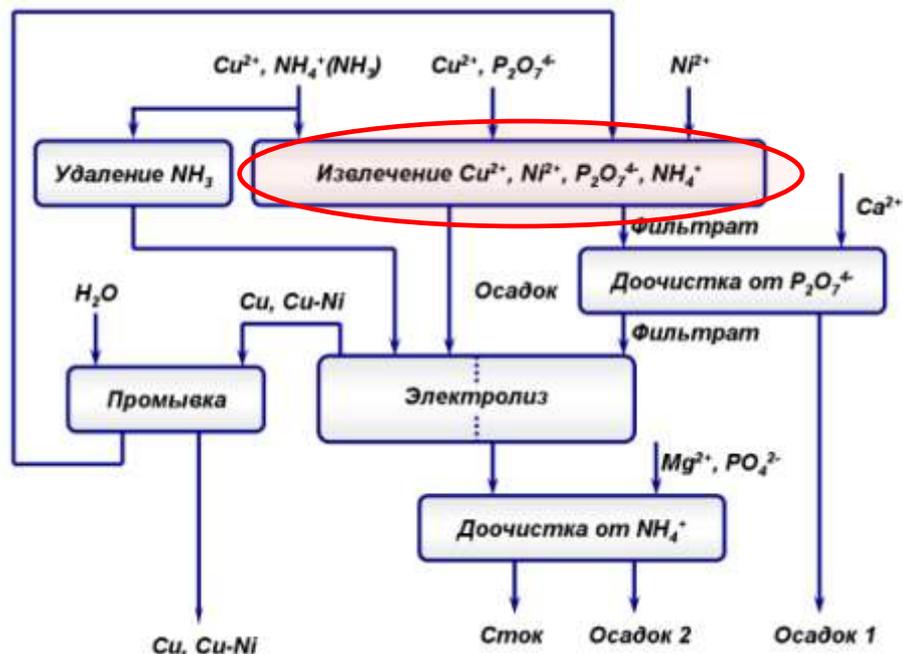
*Уменьшение удельного расхода электроэнергии*

*Снижение нагрузки*

# Схема обработки сточных вод, содержащих $\text{Cu}^{2+}$ , $\text{Ni}^{2+}$ , $\text{NH}_4^+$ и $\text{P}_2\text{O}_7^{4-}$



# Осадки при обработке смешиваемых потоков



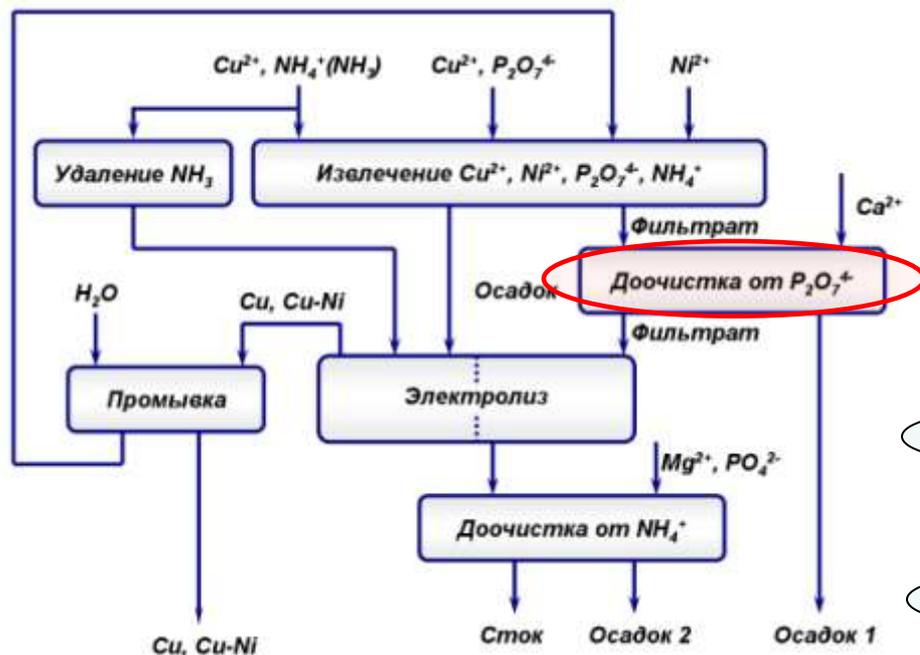
- пирофосфаты меди и никеля



- аммонийпирофосфаты меди и никеля  $\text{Me}_3(\text{NH}_4)_2(\text{P}_2\text{O}_7)_2,$

- двойная соль аммоний-никель сульфата - частный вариант солей Туттона (шениты)  $\text{NiSO}_4 \cdot (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

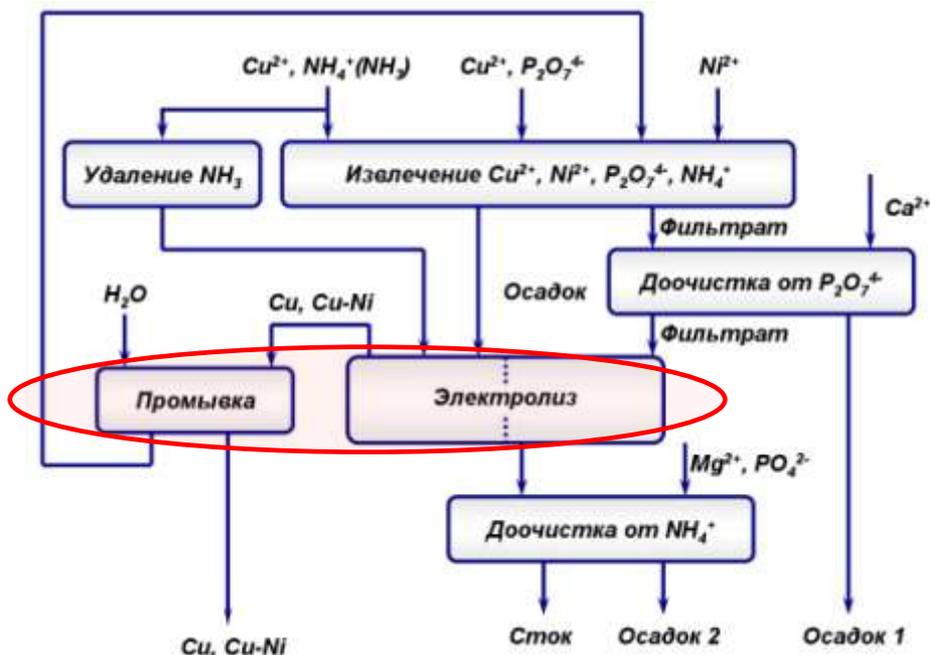
# Пирофосфатные комплексы металлов



Пирофосфатные комплексы

$\text{CaP}_2\text{O}_7^{2-}$	19	0,02	pH-колор.	$1,00 \cdot 10^{-5}$	5,00	$1,00 \cdot 10^{-5}$
$\text{CdP}_2\text{O}_7^{2-}$	...	...	поляр.огр.	...	...	$2,7 \cdot 10^{-5}$
$\text{CuP}_2\text{O}_7^{2-}$	25	> 0,1	раств.	$2,0 \cdot 10^{-7}$	6,70	$2,0 \cdot 10^{-7}$
$\text{Cu}(\text{P}_2\text{O}_7)_2^{6-}$	25	> 0,1	"	$5 \cdot 10^{-3}$	2,30	$1,0 \cdot 10^{-9}$
$\text{MgP}_2\text{O}_7^{2-}$	19	0,02	pH-колор.	$2,0 \cdot 10^{-6}$	5,70	$2,0 \cdot 10^{-6}$
$\text{NiP}_2\text{O}_7^{2-}$	25	> 0,1	раств.	$1,51 \cdot 10^{-6}$	5,82	$1,51 \cdot 10^{-6}$
$\text{Ni}(\text{P}_2\text{O}_7)_2^{6-}$	25	> 0,1	"	$4,3 \cdot 10^{-2}$	1,37	$6,5 \cdot 10^{-8}$
$\text{Pb}(\text{P}_2\text{O}_7)_2^{6-}$	25	...	электропр.	...	...	$4,74 \cdot 10^{-6}$
$\text{TiP}_2\text{O}_7^{3-}$	35	...	поляр.огр.	$2,0 \cdot 10^{-2}$	1,69	$2,0 \cdot 10^{-2}$
$\text{Ti}(\text{P}_2\text{O}_7)_2^{7-}$	35	...	"	0,66	0,18	$1,35 \cdot 10^{-2}$
$\text{Zn}(\text{P}_2\text{O}_7)_2^{6-}$	25	...	криоскоп., поляр.огр.	...	...	$3,4 \cdot 10^{-7}$

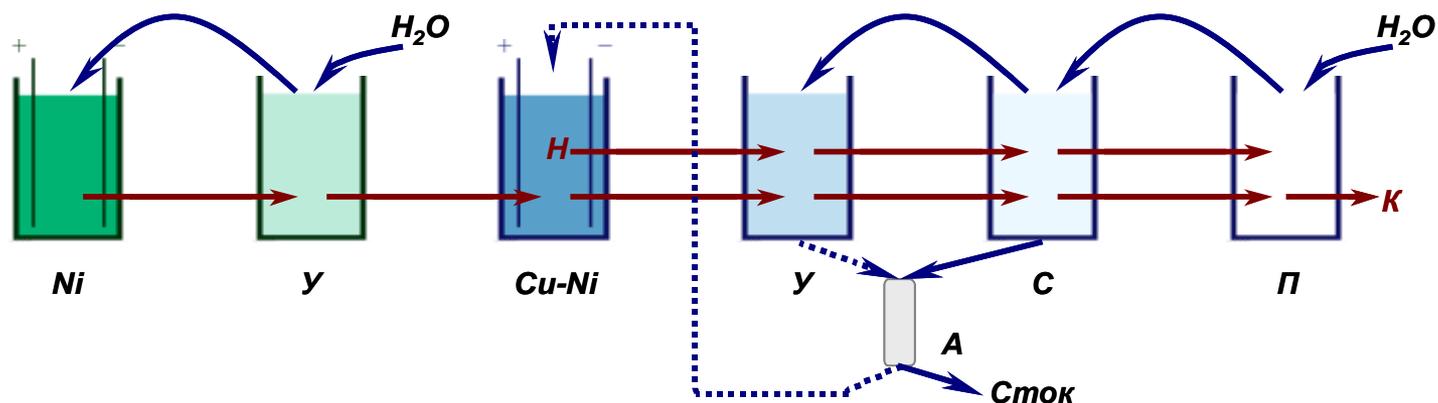
# Достоинства комплексных электролитов



## Достоинства комплексных электролитов:

- ✓ **мелкокристаллические, равномерные** по толщине покрытия благодаря высокой поляризации при выделении металлов из комплексов,
- ✓ **расширение спектра** соосаждаемых **металлов** благодаря возможности регулирования потенциалов выделения металлов,
- ✓ улучшение функциональных свойств покрытий (**микротвердость, пластичность, паяемость, сопротивление перехода** и др.),
- ✓ повышение **химической стабильности** растворов,
- ✓ **замена экологически** наиболее **опасных** электролитов (цианистых, хромирования и др.)

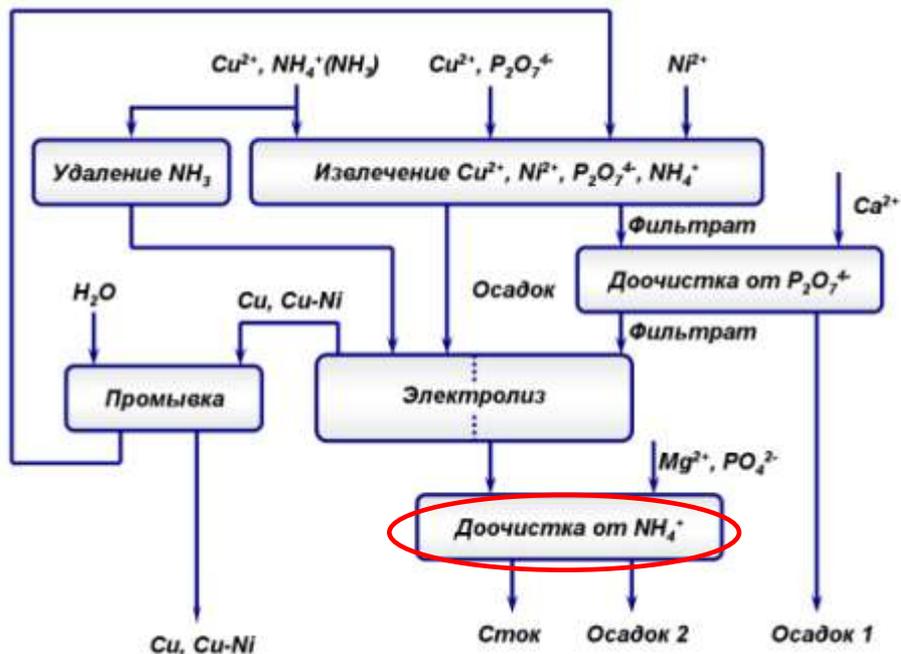
# Технологическая схема никелирования с подслоем Cu-Ni



✓ *Улучшается сцепление покрытия с основой*

✓ *Расширяется спектр обрабатываемых деталей*

# Доочистка от $\text{NH}_4^+$



Реагенты:

✓  $\text{H}_3\text{PO}_4$  –

отработанные растворы или сточные воды после операций обезжиривания, полирования, фосфатирования;

✓  $\text{Mg}^{2+}$  –

оксид, соли, природные соединения (каинит  $\text{KCl} \times \text{MgSO}_4 \times 3\text{H}_2\text{O}$ , калимагнезий  $\text{K}_2\text{SO}_4 \times \text{MgSO}_4 \times 6\text{H}_2\text{O}$ ).

## Утилизация:

- $\text{Mg}(\text{NH}_4)\text{PO}_4$ , образующийся на конечной стадии очистки, может быть использован **в качестве удобрения**, поскольку загрязнен металлами в минимальной степени.

# Выводы

- ✓ **Объединение отработанных растворов** травления печатных плат и промывных вод линий пирофосфатного меднения и сернокислого никелирования позволяет **взаимно обезвреживать** сточные воды.
- ✓ При **извлечении металлов** на стадии электролиза используются достоинства **комплексных** электролитов.
- ✓ Предложенная схема позволяет обезвреживать локальные стоки с **утилизацией** металлов и осадков при **экономии** реагентов.

**Спасибо за внимание!**

**Дякую за увагу!**

**ご静聴ありがとうございました！**

**Thank you for attention!**

**Grazie per attenzione!**

**Gracias por atencion!**

**Merci pou attention!**

**Danke fur die  
Aufmerksamkeit!**

