Установка удаления кадмия из промывных вод *ОАО «МПО им. И.Румянцева»*

Гальваническая обработка металлических изделий - один из ***самых востребованных процессов*** в области металлургии.

Гальванические покрытия предотвращают коррозийные воздействия на металл, придают износостойкость, твердость.

В ювелирном деле применяются в качестве декоративных и защитных покрытий.

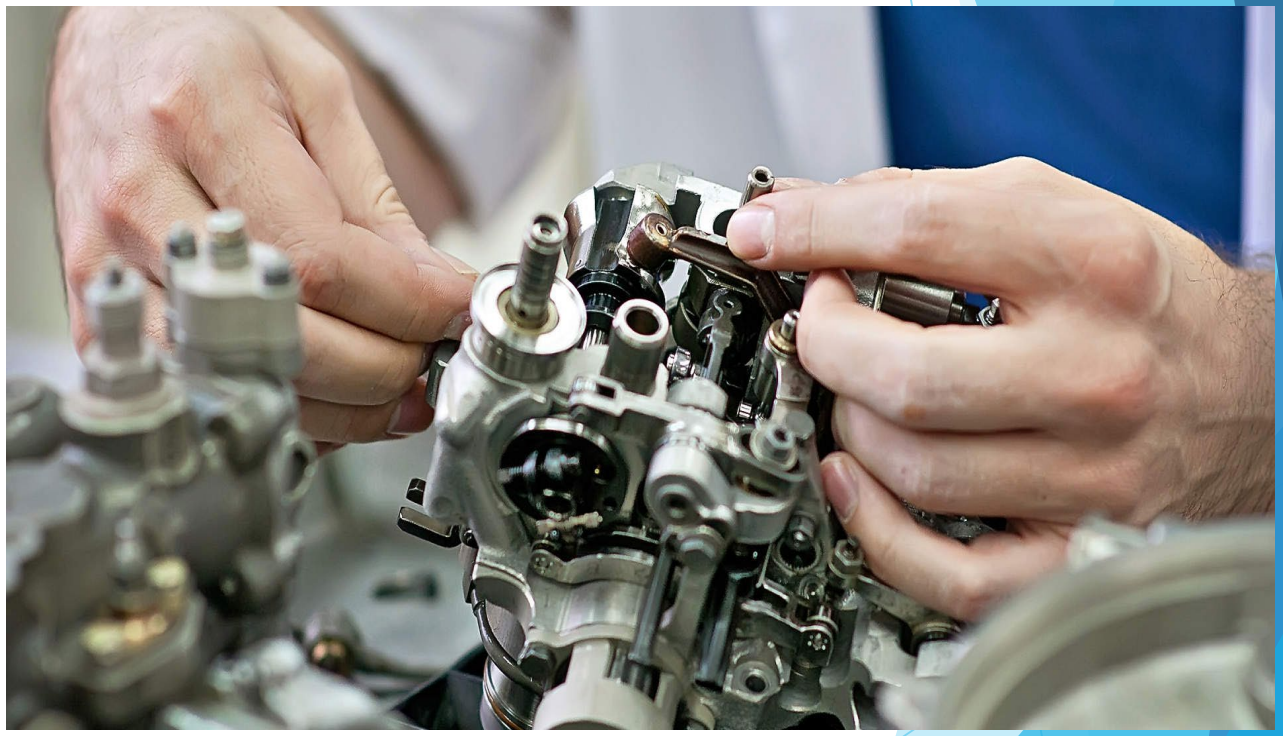
Гальванические заводы ***загрязняют окружающую среду*** из-за наличия большого объема сочных вод, содержащих токсичные элементы.

ОАО «МПО им. И.Румянцева»

Ведущее предприятие гальванической обработки.

Предприятие специализируется на производстве:

- *топливорегулирующей аппаратуры* для систем автоматического управления турбореактивных и турбовинтовых двигателей военной и гражданской авиации;
- *дозирующих устройств*, регулирующих подачу газообразного или жидкого топлива в наземные газотурбинные силовые приводы.



Основная проблема МПО им. И. Румянцева - стоки с высоким содержанием кадмия (***C(Cd²+)=10мг/л***).

Максимально допустимое содержание кадмия в промывных водах ***не должно превышать 0,05мг/л***.

Несоблюдение норм ПДК ведет к *серьезным последствиям:*

- Загрязнение окружающей среды;
- Негативное влияние на организм человека;
- Штрафы за сброс вод, не соответствующих ПДК, согласно Федеральному закону от 10.01.2002 (ред. От 29.07.2017) «Об охране окружающей среды».

Источники кадмия - воды промывных ванн:

- Цианистого кадмирования;
- Хлористо-аммонийного кадмирования;
- Катодного хроматирования.

Методы удаления кадмия

Реагентные

\+

- Простота эксплуатации
- Низкие капительные затраты

\-

- Затраты на реагенты
- Дополнительное засоление сточных вод

Сорбционные

\+

- Простота эксплуатации
- Работа в широком диапазоне pH

\-

- Затраты на утилизацию отработанных сорбентов
- Неизбирательная селективность

Ионного обмена

\+

- Простота эксплуатации
- Высокая степень очистки

\-

- Утилизация обработанной смолы

Мембранные

\+

- Относительно высокая селективность разделения
- Компактность
- Простота эксплуатации

\-

- Необходимость утилизации концентрата

Реагентный метод удаления кадмия

Основные реагенты: оксид и гидроксид кальция, сульфат и гидросульфат натрия и др.
Кадмий переводят в нерастворимые соединения **CdS** (рПР=27,8) или **$Cd(OH)_2$** (рПР=13,66).

Для конкретной задачи метод не подходит:

- Не обеспечивает очистку до норм ПДК (остаточные концентрации $Cd(OH)_2$ - 0,25 мг/л, при ПДК=0,05мг/л)
- Избыток цианистого натрия (160г/л) в промывной ванне кадмирования образует растворимые комплексные соединения с CdS.

*рПР-отрицательный лагорифм произведения растворимости

Сорбционный метод удаление кадмия

Суть метода: поглощение ионов сорбентами.
Сорбенты для удаления тяжелых металлов: кремнегель, кремнесодержащий белый шлам, термомодифицированный доломит, активированный уголь и др.

В данном случае использовать сорбцию нецелесообразно :

- Необходим постоянный подогрев системы до 65 ^{0}C ➞ дополнительные ***капитальные*** (теплообменники) и ***эксплуатационные*** (электроэнергия) ***затраты***
- Требуется захоронение отработанных сорбентов
- Метод не обеспечивает очистку до норм ПДК (0,05 мг/л) (остаточное содержание кадмия в промывных водах - 0,5 мг/л)

Мембранные методы удаления кадмия

Для удаление ионов тяжелых металлов применяют:

- Обратный осмос (ОО)
- Нанофильтрацию (НФ)
- Реагентно-усиленную ультрафильтрация (РУУФ)

Для решения поставленной задачи эти методы применять нецелесообразно:

При невысоких исходный концентрациях селективность (доля задержанного вещества) процессов незначительна:

- Селективность ОО = 97%, остаточная концентрация Cd^{2+} - 0,3 мг/л
- Селективность НФ = 87%, остаточная концентрация Cd2+ - 1,3 мг/л
- Селективность РУУФ = 82%, остаточная концентрация Cd2+ - 1,8 мг/л

Необходима утилизация концентрата, что ведет за собой высокие общие (капитальные и эксплуатационные) затраты

Ионный обмен

Распространённый способ удаления ионов металлов.

Преимущества:

- Возможностьглубокого извлечения Cd^{2+}
- Широкий выбор ионообменных смол
- Простота автоматизации и эксплуатации

Обладая экспериментальными данными по свойствам смол, можно выбрать оптимальную и снизить ее расход, ***сократив эксплуатационные расходы.***

ИО смолы для удаления Cd^{2+}

Статическая обменная емкость ИО-смол

Тип смолы	Растворы		
	Цианистое кадмирование	***Хлористо-аммонийное кадмирование***	***Катодное хроматирование***
Катионит № 1 с высокой степенью сшивки	М	М	В
Катионит № 2 с высокой степенью сшивки	Н	М	В
Анионит моносферический Тип 1	В	Н	-
Хелатная кадмийселективная смола	З	В	В*

* Ёмкость снижается вследствие окислительной деструкции хромат-ионов

На основании экспериментальных и расчетных данных по СОЕ (статической обменной емкости) были подобраны смолы:

- Анионит моносферический, тип 1 – раствор цианистого кадмирования
- Катионит № 2 с высокой степенью сшивки – раствор хроматирования
- Хелатная кадмийселективная смола – раствор хлористо-аммонийного кадмирования

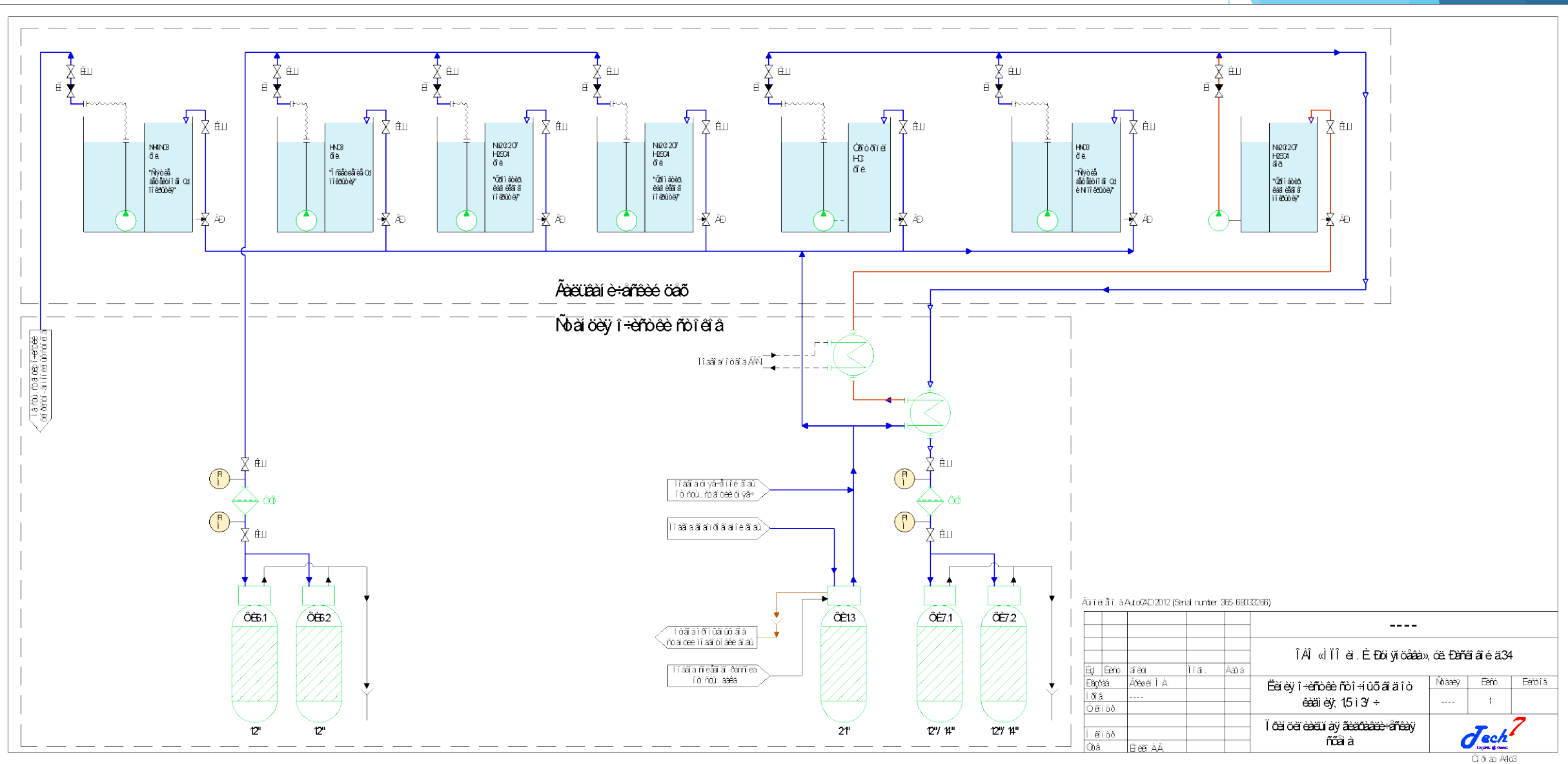
В (высокая СОЕ) – 80-100%

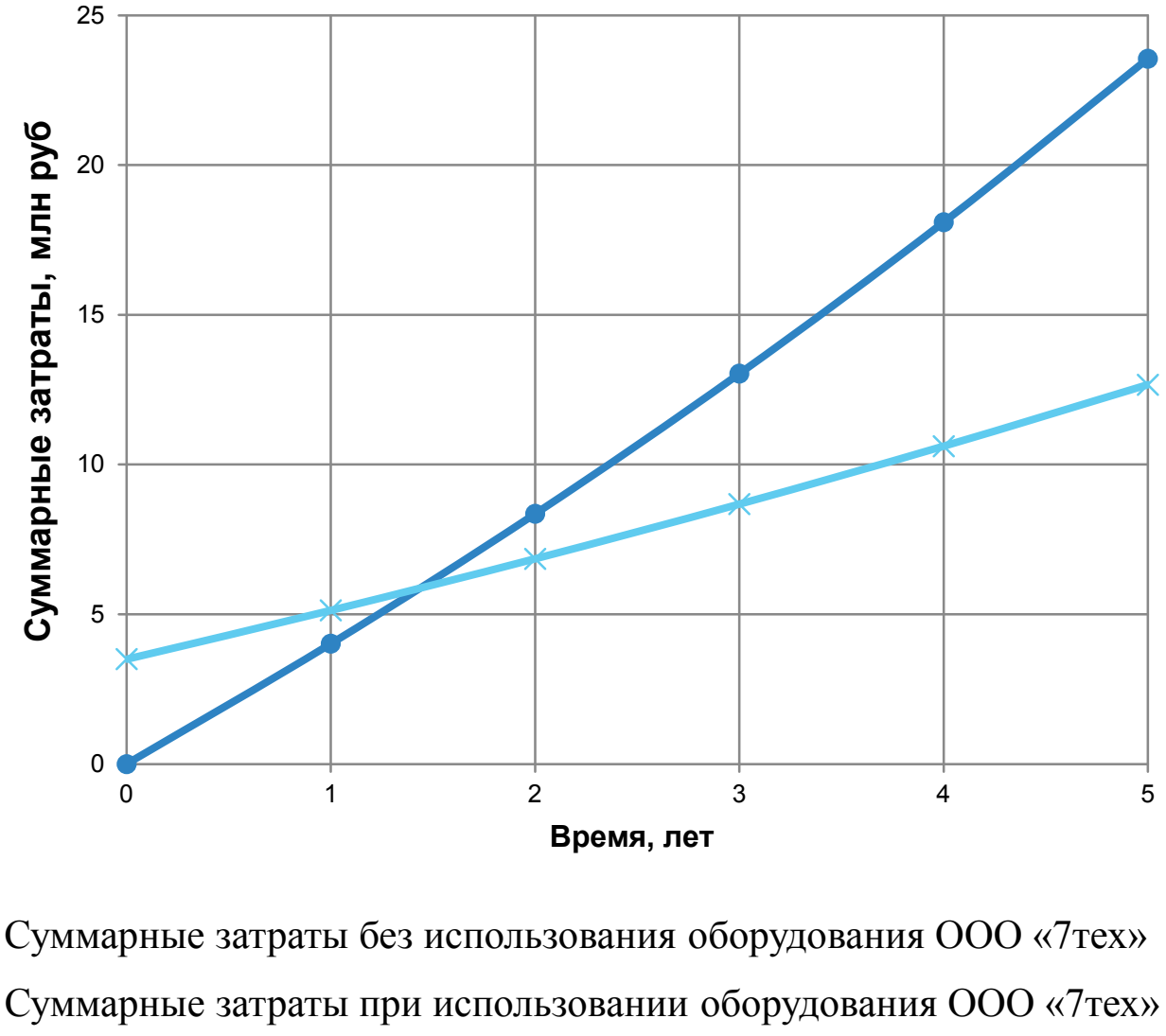
З (значительная СОЕ) – 60-90%

Н (незначительная СОЕ) – 30-60%

М (минимальная СОЕ) – 0-30%

Схема ионообменной установки удаления кадмия на МПО





- Сокращение расходов на водоотведение
- Очистка до норм ПДК

*Суммарные затраты включают в себя капитальные расходы, эксплуатационные расходы, налогообложение на водоотведение, штрафы.

Результат работы установки:

Источник сточной воды	Промывная вода, ТЗ	ПДК	Очищенная вода
Концентрация кадмия, мг/л			
Цианистое кадмирование	4,8-10,0	0,05	0,004
Хлористо-аммонийное кадмирование	1,0-10,0	0,05	следы
Катодное хроматирование	1,0-10,0	0,05	следы

Концентрация кадмия после ионообменных установок ниже ПДК в несколько раз.