

Е.В. ЮРКОВ, кандидат технических наук
Т.В. АРГАТЕНКО, кандидат технических наук

А.В. КАЛАЙДА, магистр

А.Д. ЮРКОВ, магистр

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ОПЫТ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ЦЕХОВ РЕАГЕНТНЫМ МЕТОДОМ

На основі експериментальних даних визначено дози лугу, кальцинованої соди та вапна для нейтралізації розчинів міді й нікелю. Представлено дані щодо вартості процесів.

Ключевые слова: гальванические сточные воды; нейтрализация.

На основании экспериментальных данных определены оптимальные дозы щелочи, кальцинированной соды и извести для нейтрализации растворов меди и никеля. Представлены данные о стоимости процессов.

Ключевые слова: гальванические сточные воды; нейтрализация.

Based on the experimental data optimal doses of alkali, caustic ash and lime were determined to neutralize copper and nickel solutions. The data on the estimated cost of processes are provided.

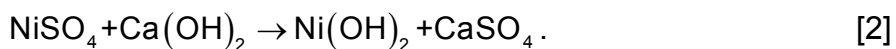
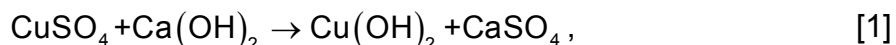
Key words: galvanic waste water, neutralization.

Сточные воды гальванических производств обычно содержат ионы тяжелых металлов – железа, цинка, меди, никеля, кадмия, хрома, в количествах, многократно превышающих предельно допустимые для сброса в городскую канализацию.

Для обезвреживания таких сточных вод используются реагентный, ионообменный, электрохимический, биохимический методы, а также гальванокоагуляция и ферритизация [1,2]. Каждый из приведенных методов имеет определенные преимущества и недостатки, и их применение диктуется конкретными условиями (количество сточных вод, состав загрязнений, стоимость энергоресурсов, реагентов и др).

Наиболее традиционный реагентный метод основан на химических реакциях, в результате которых образуются труднорастворимые нетоксичные соединения. В качестве реагентов используются щелочь (NaOH), известь (Ca(OH)₂) и кальцинированная сода (Na₂CO₃) [3].

В процессе нейтрализации сточных вод гидроксидом кальция соединения тяжелых металлов выпадают в осадок в виде гидроксидов, а кальций образует малорастворимый сульфат:



Осадок, образующийся при этих реакциях, имеет значительно меньший объём, чем при использовании щёлочи или соды. К недостаткам использования гидроксида кальция следует отнести низкую скорость реакции, ограниченную диссоциацию $\text{Ca}(\text{OH})_2$, неполноту осаждения CaSO_4 вследствие его большой растворимости (до 2 г/л). Также стоит отметить сложность регенерации металлов из получаемых таким методом смешанных шламов [4].

Карбонатом натрия целесообразно обрабатывать стоки, которые содержат ионы тяжелых металлов, склонных к образованию гидрокарбонатов. При этом состав осадка зависит от температуры и скорости реакции. Осаждение ионов тяжелых металлов в виде гидрокарбонатов целесообразно проводить из раствора с содержанием их не более 50 мг/л. Метод позволяет снизить концентрацию раствора до уровня, допустимого для доочистки на катионитовых мембранах [5].

Гидроксид натрия является наиболее активным из перечисленных реагентов. Его использование позволяет увеличить рН воды до 11...12, однако передозировка может привести к растворению полученных гидроксидов. Кроме того, в связи с высокой стоимостью реагента, его применение должно быть экономически обосновано [6].

Обезвреживание сточных вод гальванического производства осуществляется в непроточных и проточных сооружениях. Продолжительность реакции при нейтрализации находится в пределах 15...20 мин. Выбор типа сооружений определяется количеством сточных вод, концентрацией загрязнений и режимом поступления.

Непроточные сооружения (смеситель, реактор и отстойник) используют для очистки концентрированных стоков. Они отличаются надежностью очистки и, как правило, объединяются в одном комплексе, выполненном из железобетона, металла или пластических материалов. Дозирование реагентов осуществляется автоматически в зависимости от рН или окислительно-восстановительного потенциала.

Для очистки промывных вод, которые поступают непрерывно, применяют проточные сооружения. Используются реакторы различных конструкций, большей частью напорные с механическим перемешиванием. Для осветления сточных вод используются отстойники разных конструкций. Применение тонкослойных отстойников позволяет в 2...4 раза увеличить производительность [5,6].

При значительном колебании концентраций или расхода сточных вод используют усреднители.

Несмотря на широкое использование реагентного метода для очистки гальванических стоков информация о нормах расходования щелочных реагентов для нейтрализации промышленных сточных вод в доступной литературе отсутствует, а следовательно, отсутствует и надежное экономическое обоснование использования того или другого реагента.

При проведении настоящих исследований ставилась задача:

- определение доз щелочных реагентов для нейтрализации ионов меди и никеля;
- сравнение экономических характеристик исследуемого процесса при применении различных реагентов.

Корректировка pH сточных вод осуществлялась с помощью кислоты и щелочи; определение концентраций ионов тяжелых металлов и pH сточных вод производилось с использованием стандартных методик. Определяющим критерием расхода щелочных реагентов было значение pH, при котором происходит максимальное выделение ионов тяжелых металлов в виде их гидроксидов. Для никеля и меди величины pH, соответственно, составляют 9,25...10 и 8,0...9,5. Для подщелачивания использовались 10%-ные растворы щелочи и кальцинированной соды и 2%-ный раствор гашеной извести. Концентрация ионов никеля и меди в исходной воде составляла 5; 10; 20; 50 и 100 мг/л при pH = 3 и 7.

Результаты экспериментального определения среднего расхода (доз, мг/л) реагентов на осаждение меди и никеля представлены на рис.1-3.

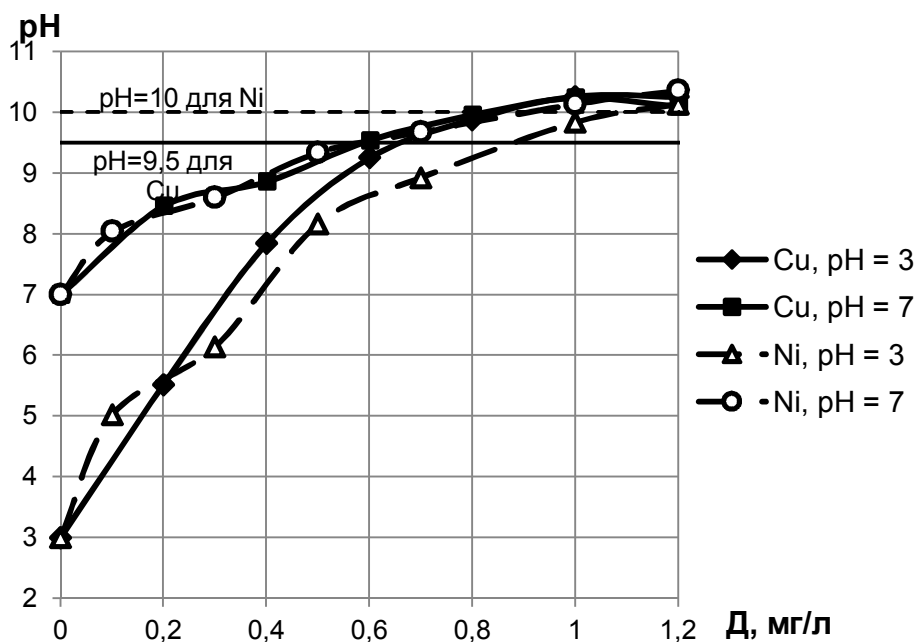


Рис.1. Расход Na(OH) на нейтрализацию растворов Cu и Ni

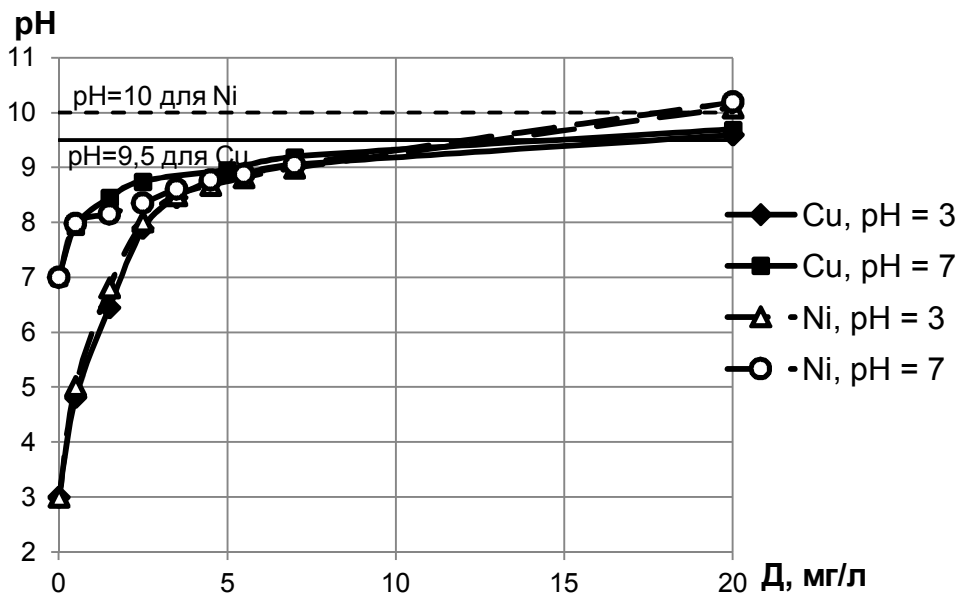


Рис. 2. Расход $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на нейтрализацию растворов Cu и Ni

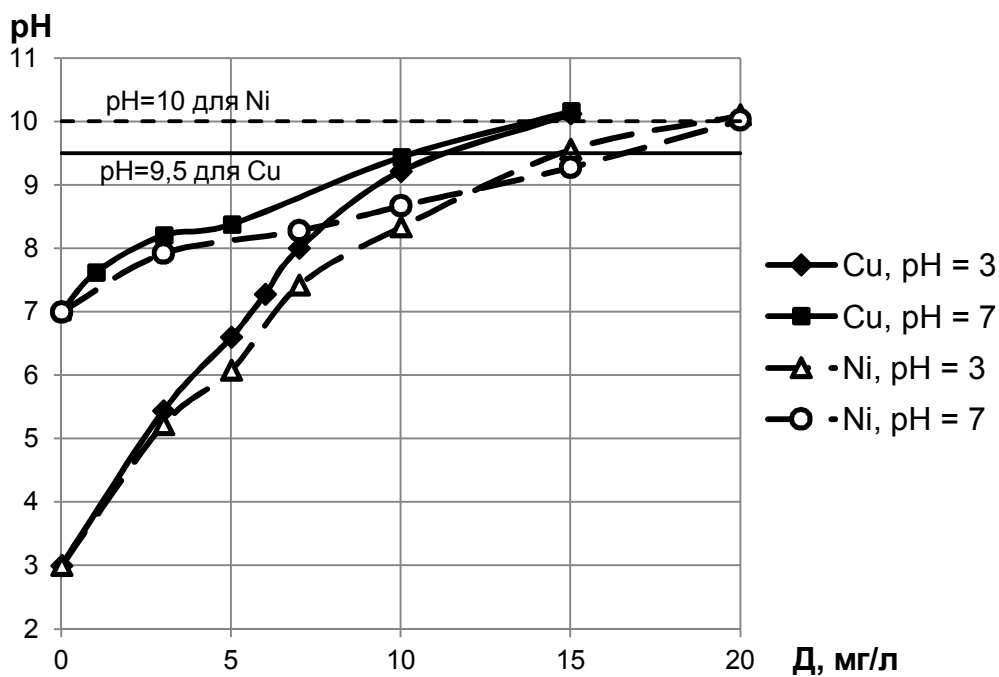


Рис. 3. Расход Na_2CO_3 на нейтрализацию растворов Cu и Ni

Стоимость нейтрализации $1,0 \text{ м}^3$ сточных вод, содержащих медь и никель, щелочью, известью и содой при их отпускной цене, соответственно, 6800, 2300 и 3800 грн/т приведена в табл.1; сводные усредненные данные также представлены на рис.4.

Таблица 1

**Расход реагента и стоимость нейтрализации 1,0 м³ сточных вод,
содержащих ионы тяжелых металлов**

С, г/м ³	Медь		Никель	
	Д, г/м ³	Р, грн/м ³	Д, г/м ³	Р, грн/м ³
NaOH при pH=3				
5	112,0	0,76	260,0	1,77
10	120,0	0,82	280,0	1,90
20	140,0	0,95	300,0	2,04
50	240,0	1,63	312,0	2,12
100	300,0	2,04	320,0	2,18
NaOH при pH=7				
5	120,0	0,82	120,0	0,82
10	148,0	1,00	136,0	0,92
20	156,0	1,06	144,0	0,98
50	160,0	1,09	160,0	1,09
100	220,0	1,50	170,0	1,16
Ca(OH) ₂ при pH=3				
5	560,0	1,29	880,0	2,02
10	600,0	1,38	920,0	2,12
20	640,0	1,47	960,0	2,21
50	720,0	1,65	1004,0	2,31
100	880,0	2,02	1080,0	2,48
Ca(OH) ₂ при pH=7				
5	400,0	0,92	800,0	1,84
10	480,0	1,10	1040,0	2,39
20	560,0	1,29	1080,0	2,48
50	680,0	1,56	1090,0	2,50
100	740,0	1,70	1140,0	2,62
Na ₂ CO ₃ при pH=3				
5	1600	6,08	1600	6,08
10	1800	6,84	2400	9,12
20	2000	7,60	3200	12,16
50	2500	9,50	3200	12,16
100	3200	12,16	4000	15,20
Na ₂ CO ₃ при pH=7				
5	1200	4,56	1600	6,08
10	1600	6,08	1800	6,84
20	2000	7,60	2200	8,36
50	2200	8,36	2800	10,64
100	2800	10,64	4000	15,20

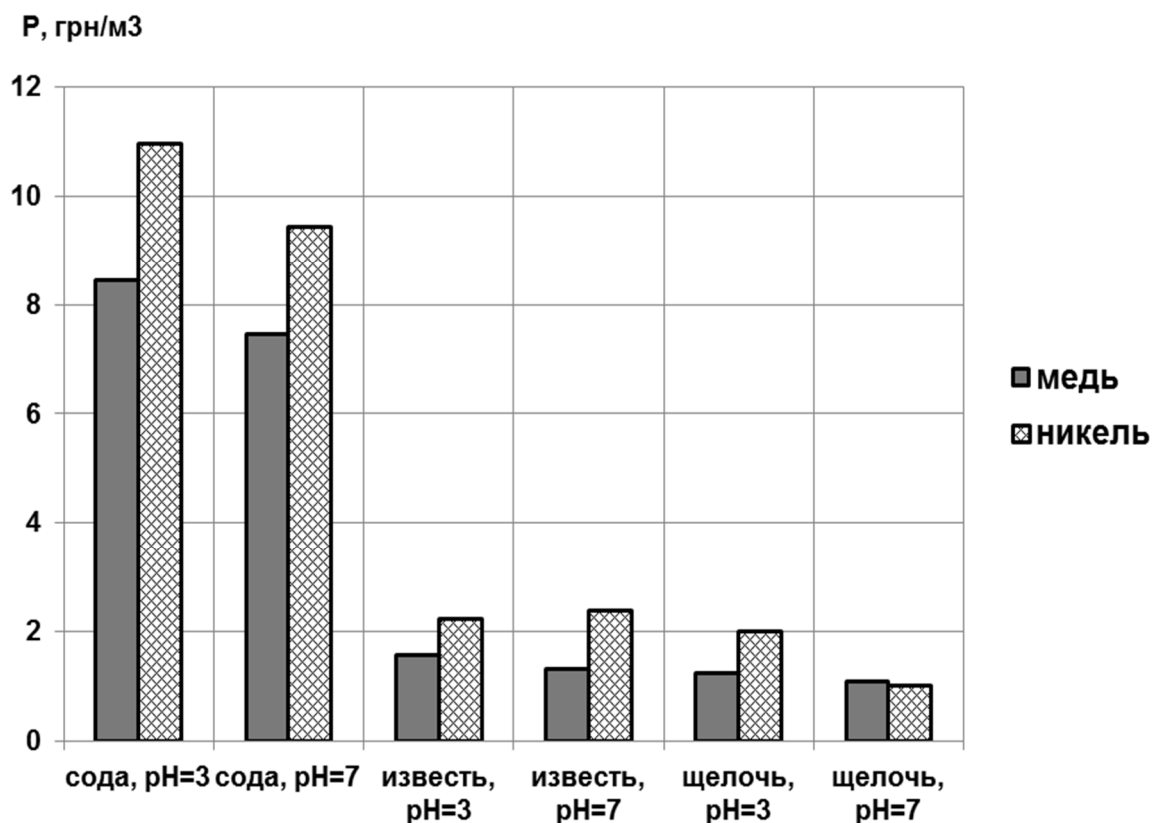


Рис. 4. Средние значения стоимости осаждения тяжелых металлов

Представленные данные показывают, что наиболее дорогим процессом нейтрализации растворов меди и никеля является обработка кальцинированной содой. Стоимость обработки щелочью и известью примерно одинакова, а стоимость нейтрализации никельсодержащих сточных вод известью несколько дороже стоимости того же процесса при использовании щелочи.

Список литературы

1. Яковлев С.В., Краснобородько Н.С., Рогов В.М. Технология электрохимической обработки воды. – М.: Стройиздат, 1986. – 160 с.
2. Пантелеят Г.С., Ефремов А.Б. Очистка сточных вод гальванических и травильных отделений металлургических и машиностроительных заводов // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2006. – Вип. 35. – С. 209-212.
3. Пантелеят Г.С., Ефремов А.Б., Эпоян С.М. Интенсификация очистки сточных вод гальванического отделения машиностроительного завода // Науковий вісник будівництва - Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2006. – Вип. 36. – С. 118-122.

4. *Пантелеят Г.С., Сыроватский А.А., Лукашенко С.В., Ефремов А.Б.* Усовершенствованная установка для нейтрализации и очистки кислых железосодержащих сточных вод завода // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2006. – Вип. 36. – С. 122-126.

5. *Эпоян С.М., Сыроватский А.А., Лукашенко С.В., Ефремов А.Б.* Очистка сточных вод гальванических и травильных отделений методом тонкослойного отстаивания // Науковий вісник будівництва – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ. – 2007. – Вип. 38. – С. 110-120.

6. *Эпоян С.М., Ефремов А.Б.* Исследование влияния рециркуляции осадка при очистке хромсодержащих сточных вод железным купоросом. // Наук. техн. зб. «Проблеми водопостачання, водовідведення та гідраліки». – К.: КНУБА, 2008. – Вип. 10. – С. 68-72.