

УДК 657.47.014.132

## Эффективная технология реагентной очистки сточных вод от меди и цинка

© 2014 г. В. В. Даценко, Т.А. Ненастина, Э.Б. Хоботова, Ю.В. Свашенко\*

В настоящее время существенный вклад в загрязнение окружающей среды (ОС) и водных объектов (ВО) вносят нарастающие количества сточных вод и шламов гальванических производств, содержащих ряд соединений дефицитных и дорогостоящих металлов: Cu, Zn, Ni, Co, Cr и др. В то же время эти отходы являются одними из наиболее токсичных промышленных отходов, т.к. представляют наибольшую опасность для ОС и здоровья человека. Поэтому в промышленности особое внимание уделяется переработке и утилизации шламов, содержащих тяжелые металлы, которые можно рассматривать как ценное вторичное сырье. Одновременно остро стоит вопрос снижения энергетических затрат на всех этапах технологического производства, значительная часть которых связана с переработкой шламов. Важным фактором в решении этой проблемы является организация гальванических производств с использованием технологий, позволяющих решить экологические проблемы. Основными стадиями реагентной очистки вод являются: контактное осаждение (цементация) ионов меди в виде металла порошком цинка, выделение цинка из раствора в процессе электролиза и возврат очищенных вод в технологический цикл. Основными источниками образования экономического эффекта (Рр) являются: извлечение из растворов гальванических ванн меди и цинка; снижение энергозатрат на очистку растворов; уменьшение штрафных платежей за загрязнение окружающей среды, организационно-технические мероприятия, направленные на уменьшение себестоимости очистки. Проведенные расчеты показали, что внедрение технологии реагентной очистки сточных вод от меди и цинка с учетом замкнутости цикла водопотребления на гальваническом предприятии является эффективным и рентабельным.

**Ключевые слова:** технико-экономические показатели, экономический эффект, себестоимость, прибыль

### Проблема и ее связь с научными и практическими задачами

В настоящее время существенный вклад в загрязнение окружающей среды (ОС) и водных объектов (ВО) вносят нарастающие количества сточных вод и шламов гальванических производств, содержащих ряд соединений дефицитных

и дорогостоящих металлов: Cu, Zn, Ni, Co, Cr и др. [1]. В то же время эти отходы являются одними из наиболее токсичных промышленных отходов, т.к. представляют наибольшую опасность для ОС и здоровья человека. Поэтому в промышленности особое внимание уделяется снижению энергетических затрат на всех этапах технологического производства, а основные затраты связаны с переработкой и утилизацией шламов, содержащих тяжелые металлы, которые можно рассматривать как ценное вторичное сырье [2].

Поэтому важной задачей является организация гальванических производств с использованием технологий, позволяющих решить экологические проблемы. Для проведения реконструкции производства необходимы обоснованные технологические решения, позволяющие обеспечить максимальную технико-экономическую и экологическую эффективность без увеличения себестоимости продукции [3].

### Постановка цели исследования

Цель работы – показать экономическую целесообразность и эффективность технической

\* Даценко В.В. – канд. хим. наук, доц. каф. химии «Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет», 61002, г. Харьков, Украина.

Ненастина Т.А. – канд. техн. наук, доц. каф. химии «Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет», 61002, г. Харьков, Украина.

Хоботова Э.Б. – д-р хим. наук, проф., зав. каф. химии «Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет», 61002, г. Харьков, Украина.

Свашенко Ю.В. – студент каф. химии «Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет», 61002, г. Харьков, Украина.

реализации способа регенерации медь- и цинк-содержащих сточных вод в гальваническом производстве.

Решение о целесообразности создания и внедрения новой технологии принимается на основе расчета годового экономического эффекта, который представляет собой суммарную экономию всех производственных ресурсов, получаемых предприятием в результате использования предлагаемого способа регенерации с учетом вложенных инвестиций.

### Методы исследования

Расчет экономического эффекта при внедрении технологии реагентной очистки сточных вод от меди и цинка основан на учете технологических стадий процесса и замкнутости цикла водопотребления [4]. Основными стадиями реагентной очистки вод являются: контактное осаждение (цементация) ионов меди в виде металла порошком цинка, выделение цинка из раствора в процессе электролиза и возврат очищенных вод в технологический цикл [5]. Предлагаемый способ контактного вытеснения меди цинком из сульфатных растворов имеет следующие преимущества перед уже существующей на предприятии реагентной очисткой сточных вод [1]: отсутствие дополнительного расхода химических реагентов, малоотходность, замкнутость цикла «травление–регенерация», оптимизация, простота осуществления и высокие скорости химических превращений на стадиях технологического процесса, полное осаждение ионов меди (II) из отработанных электролитов, экономия энергоресурсов за счет сокращения времени технологического цикла. Расчеты приведены для гальванического цеха, в процессе работы которого формируются сточные воды объемом 20 м<sup>3</sup>/ч, с концентрацией ионов меди  $C_{Cu}^{2+} = 0,5 \text{ кг/м}^3$  и цинка  $C_{Zn}^{2+} = 0,46 \text{ кг/м}^3$ .

### Результаты расчета технико-экономических показателей технологии реагентной очистки сточных вод от меди и цинка с учетом замкнутости цикла водопотребления

1. Калькуляция себестоимости внедрения технологии реагентной очистки сточных вод от

Таблица 1

Стоимость реактивов и материалов (The cost of reagents and materials)					
Наименование сырья	Расход материалов, кг		Цена, грн/кг	Стоимость, грн.	
	на 1 м <sup>3</sup>	на год		на 1 м <sup>3</sup>	на год
Цинк металлический (ЦА0)*	0,68	28 288	31,25	22,95	954 720
Электроды графитовые	0,00391	162,66	84	0,36	14 768
Итого				23,31	969 488

\* Расчет расхода цинка проведен согласно работы [5], т.е. массовое соотношение меди и цинкового порошка в растворе составляет 1:1,36.

меди и цинка с учетом замкнутости цикла водопотребления<sup>1</sup>.

1.1. Себестоимость очистки 1 м<sup>3</sup> отработанных технологических растворов определяются исходя из структуры затрат, установленной на действующем предприятии. Структура – это удельный вес (%) каждого элемента затрат в себестоимости на 1 м<sup>3</sup>. Расчет потребностей в материалах определяется на основе удельных норм расхода, приведенных в табл. 1.

Величину материальных затрат рассчитывали по каждому виду реактивов и материалов, по формуле

$$C_m = \sum H_{mi} \cdot \Pi_{mi} \cdot K_r, \quad (1)$$

где  $C_m$  – стоимость химикатов и материалов, грн/м<sup>3</sup>;  $H_{mi}$  – удельная норма расхода  $i$ -го материала, кг;  $\Pi_{mi}$  – цена  $i$ -го материала, грн/кг;  $m$  – количество реактивов и материалов;  $K_r$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы на материалы,  $K_r = 1,08$  [4].

1.2. Расход электроэнергии на очистку 1 м<sup>3</sup> сточных вод от меди и цинка. Затраты энергоресурсов, а также их стоимость приведены в табл. 2.

1.3. Для расчета годового фонда оплаты труда и отчислений на социальные мероприятия необходимо определить количество работающих. Учетное

<sup>1</sup> При калькуляции затрат и расчетах необходимых инвестиций цены на сырье и энергоносители, фонда оплаты труда, налоговых отчислений приведены согласно ценовой политике Украины на 2013 г.

Таблица 2

Расход и стоимость энергетических ресурсов (Consumption and cost of energy resources)						
Виды энергии	Единицы измерения	Тариф, грн.	Расход		Сумма, грн.	
			на 1 м <sup>3</sup>	на год	на 1 м <sup>3</sup>	на год
Электроэнергия на цементацию	кВт·ч	0,75	2,75	11 4400	2,0625	85 800
Электроэнергия на электролиз	кВт·ч	0,75	1,3008	54 113,28	0,9756	40 584,96
Итого					3,0381	12 6384,96

количество работников, обслуживающих линию регенерации составляет:

$$P_{\text{уч.}} = P_{\text{норм}} \cdot K_{\text{п}}, \quad (2)$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент перехода от числа работников согласно существующим нормам обслуживания линии регенерации к учетному количеству принимали равным 1,1 [4].

Учетное число вспомогательных работников определяли по нормативам. В данном случае процентное отношение вспомогательных работников к основным составляет 45 %. Для обслуживания одной линии регенерации достаточно одного вспомогательного работника ( $P_{\text{норм.доп}} = 1$ ). Согласно существующим нормам линию регенерации обслуживает 1 человек в смену. Таким образом, учетное количество основных работников составляет

$$P_{\text{уч.}} = 1 \cdot 1,1 \approx 2 \text{ чел.}$$

Расчет основного фонда заработной платы основных работников осуществляли укрупненно по формуле

$$Z_{\text{осн}} = P_{\text{уч.}} \cdot T_{\text{ст}} \cdot \Phi_{\text{р.в}} \cdot K_{\text{Дп}}, \quad (3)$$

где  $P_{\text{уч.}}$  – учетное количество основных работников;  $T_{\text{ст}}$  – часовая тарифная ставка работника, соответствующего разряда, грн;  $\Phi_{\text{р.в}}$  – эффективный годовой фонд рабочего времени работников (для инженера-технолога по очистке воды можно принять равным 2080 ч);  $K_{\text{Дп}}$  – коэффициент надбавок (1,2–1,4) [4].

При расчете годового фонда оплаты труда основных работников дополнительный фонд принимали в размере 10–15 % от основного

$$Z_{\text{р}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{р}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} \cdot (4)$$

Заработная плата основных и вспомогательных работников рассчитана согласно средней заработной плате по Украине. Отчисления на социальные мероприятия принимали согласно существующему

законодательству от годового фонда оплаты труда основных и вспомогательных работников (всего 37,5 %, из них: 32 % – пенсионный фонд; 4 % – социальное страхование; 1,5 % – плата по безработице). Расчет представлен в **табл. 3**.

**1.4.** По величине материальных затрат и их доле в себестоимости очистки 1 м<sup>3</sup> отработанных технологических растворов определяли производственную себестоимость очистки 1 м<sup>3</sup> отработанных технологических растворов и расходы на готовую программу

$$C_{\text{п}} = (C_{\text{м}} \cdot 100) / a_{\text{м}}, \quad (5)$$

где  $C_{\text{м}}$  – стоимость реактивов и материалов грн/м<sup>3</sup>;  $a_{\text{м}}$  – удельный вес затрат на реактивы и материалы в себестоимости очистки 1 м<sup>3</sup> отработанных технологических растворов принимали равным 70,06 %.

Таким образом, производственная себестоимость очистки 1 м<sup>3</sup> отработанных технологических растворов составляет

$$C_{\text{п}} = (23,31 \cdot 100) / 70,06 = 33,27 \text{ грн.}$$

**1.5.** Затраты по всем статьям калькуляции рассчитывали исходя из удельного веса каждого элемента расходов в производственной себестоимости и их величины. Результаты расчетов приведены в **табл. 4**.

**2.** Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Первые инвестиции (капитальные вложения), обеспечивающие реализацию проекта, определяют по формуле

$$K = K_{\text{об}} + C_{\text{м.т}}, \quad (6)$$

где  $K_{\text{об}}$  – цена оборудования, грн;  $C_{\text{м.т}}$  – монтажные, транспортные и другие расходы, грн.

Монтажные и транспортные расходы составляют 25 % от стоимости приобретенного оборудования. На участке используют линию регенерации, состоящую из ванн для проведения цементации и электролиза. Стоимость линии 20 000 грн. Амортизационные

Таблица 3

Расчет годового фонда оплаты труда основных и дополнительных работников (Calculation of annual payroll of primary and secondary workers)									
Наименование профессии	Учетное количество работников, чел.	Тарифный разряд	Тарифная ставка, грн/год	Эффективный фонд времени раб., грн/год	Фонд зарплаты по тарифу, грн.	Доплаты и надбавки, грн	Фонд основной зарплаты, грн	Дополнительная оплата труда, грн	Годовой фонд оплаты труда, грн
<b>Основные работники</b>									
Инженер-технолог по очистке воды	2	3	10	2080	41 600	7280	49 920	4992	54 912
<b>Вспомогательные работники</b>									
Электромеханик участка	1	5	14	2080	29 120	5824	34 944	3494,4	38 438,4
Итого					70 720	14 144	84 864	8486,4	93 350,4

Таблица 4

Калькуляция себестоимости очистки 1 м <sup>3</sup> отработанных технологических растворов (Calculation of the cleaning process 1 m <sup>3</sup> of waste solutions)			
Наименование статьи расходов	Расходы, грн.		%
	на 1 м <sup>3</sup>	на год	
Материальные расходы	23,31	969 488	70,06
Топливо-энергетические расходы	3,04	126 384,96	9,14
Основная заработная плата производственных работников	2,04	84 864	6,13
Дополнительная заработная плата работников	0,2	8 486,4	0,61
Отчисления на социальные мероприятия (37,5% от общей заработной платы)	0,84	35 006,4	2,52
Общепроизводственные расходы	1,84	76 440	5,53
Другие неучтенные расходы	0,03	1 355,4	0,09
Административно-хозяйственные расходы	1,97	82 276,9	5,92
<b>Итого производственная себестоимость</b>	<b>33,27</b>	<b>1 384 302,06</b>	<b>100,00</b>

отчисления для электрохимического оборудования составляют 20 % от его стоимости. Тогда

$$K = 1,25 \cdot 20000 = 25000 \text{ грн}; A = 0,20 \cdot 25000 = 5000 \text{ грн.}$$

3. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования представлены в **табл. 5**.

4. Расчет прибыли от внедрения технологии реагентной очистки сточных вод от меди и цинка с учетом замкнутости цикла водопотребления.

Неизбежные естественные потери воды при очистке составляет 10 % от годовой программы. Годовой объем воды ( $V_B$ ), возвращенной после очистки в технологический цикл, определяли по формуле

$$V_B = (B - (V_{Zn} + V_{Cu})) 0,9 = (41600 - (2,7 + 2,3)) 0,9 = 37 435,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

где  $B$  – годовая программа по очистке сточных вод от меди и цинка, м<sup>3</sup>;  $V_{Zn}$  и  $V_{Cu}$  – объемы цинка и меди, полученные в результате очистки воды, м<sup>3</sup>/год.

Расчет прибыли от внедрения технологии при очистке 1 м<sup>3</sup> сточных вод, приведен в **табл. 6**.

5. Расчет экономии средств за счет отсутствия начислений за загрязнение окружающей природной среды.

Законодательством Украины предусмотрено взимание сбора за загрязнение окружающей природной среды согласно ст. 44 Закона Украины от 25.06.1991 г. № 1264-XII «Об охране окружающей природной среды». Механизм осуществления расчетов сбора за загрязнение окружающей природной среды рассчитан по Инструкции № 162/379. Суммы сбора, которые взимаются за выбросы стационарными источниками загрязнения ( $H_{bc}$ ), рассчитывали по формуле

$$H_{bc} = M \cdot H_6 \cdot K_{нас} \cdot K_{ф}, \quad (7)$$

где  $M$  – фактическое количество выброса загрязняющего вещества, т;  $H_6$  – норматив сбора за тонну загрязняющего вещества, в гривнах (грн/т) (За размещение отходов II класса опасности, применяется норматив сбора в размере 131 грн/т);  $K_{нас}$  – корректирующий коэффициент, который уста-

Таблица 5

Смета расходов на содержание и эксплуатацию оборудования (Estimated expenditures for maintenance and operation of equipment)	
Наименование статьи расходов	Сумма расходов, грн/год
Оплата труда работников, обслуживающих оборудование:	
Основная зарплата вспомогательных рабочих	34 944
Дополнительная зарплата вспомогательных рабочих	3494,4
Отчисления на социальные нужды	14 414,4
Амортизационные отчисления	5000
Затраты на проведение текущего ремонта оборудования	882
Содержание и обеспечение оборудования	588
Расходы на внутризаводские перемещения груза	2586
Другие расходы	2140
<b>Итого</b>	<b>64 048,8</b>

Величина прибыли от внедрения технологии (The profit from implementation of the technology)						
Наименование сырья (содержание основного металла, %)	Продукт, кг			Цена, грн/кг (м <sup>3</sup> )	Стоимость, грн	
	см <sup>3</sup>	на год			см <sup>3</sup>	на год
		м <sup>3</sup>	кг			
Медь (лом) (97 % Cu)	0,5	2,3	20 800	55,0	27,50	1 144 000
Цинк (лом) (99,96 % Zn)	0,46	2,7	19 136	13,50	6,21	258 336
Вода, возвращенная в технологический цикл	1	37 435,5		8,63	8,63	323 068,37
<b>Итого</b>					<b>42,34</b>	<b>1 725 404,37</b>

навливается в зависимости от численности жителей населенного пункта (для Харькова корректировочный коэффициент  $K_{нас} = 1,8$ );  $K_{\phi}$  – корректирующий коэффициент, устанавливаемый в зависимости от народнохозяйственного значения населенного пункта (для Харькова корректировочный коэффициент  $K_{\phi} = 1,25$ ).

Для гальванического цеха, в процессе работы которого формируются сточные воды объемом  $20 \text{ м}^3/\text{ч}$ , с концентрацией ионов меди  $C_{Cu}^{2+} = 0,5 \text{ кг}/\text{м}^3$  и цинка  $C_{Zn}^{2+} = 0,46 \text{ кг}/\text{м}^3$ , с учетом, что  $M_{Cu} = 260 \cdot 0,08 = 20,8 \text{ т}/\text{год}$ ;  $M_{Zn} = 260 \cdot 0,0736 = 19,14 \text{ т}/\text{год}$ , сумма сбора предприятия составляет:

– за выбросы меди:

$$H_{bc \text{ Cu}} = 20,8 \cdot 131 \cdot 1,8 \cdot 1,25 = 6130,8 \text{ грн}/\text{год}.$$

– за выбросы цинка:

$$H_{bc \text{ Zn}} = 19,14 \cdot 131 \cdot 1,8 \cdot 1,25 = 5641,52 \text{ грн}/\text{год}.$$

Суммарный сбор за выбросы меди и цинка для предприятия

$$\Sigma H_{bc} = H_{bc \text{ Cu}} + H_{bc \text{ Zn}} = 6130,8 + 5641,52 = 11 772,32 \text{ грн}/\text{год}.$$

**6.** Расчет экономического эффекта от внедрения технологии реагентной очистки сточных вод от меди и цинка с учетом замкнутости цикла водопотребления.

**6.1.** Основными источниками образования экономического эффекта ( $P_p$ ) являются: извлечение из растворов гальванических ванн меди и цинка; снижение энергозатрат на очистку растворов; уменьшение штрафных платежей за загрязнение окружающей среды, организационно-технические мероприятия, направленные на уменьшение себестоимости очистки.

$$P_p = C_{пр} + \Sigma H_{bc} - C_3, \quad (8)$$

где  $C_3$  – себестоимость очистки сточных вод от меди и цинка, грн/год (табл. 4);  $C_{пр}$  – сумма прибыли от внедрения технологии реагентной очистки сточных вод от меди и цинка, грн/год.

Таким образом, годовая экономия от внедрения технологии очистки сточных вод от меди и цинка составляет:

$$P_p = 1 725 404,37 + 11 772,32 - 1 384 302,06 = 352 874,63 \text{ грн}/\text{год}.$$

Расчетный период  $T$  в сфере эксплуатации техники принимается равным нормативному сроку ее службы. При внедрении новой технологии, новых материалов и методов организации производства  $T = 5$  лет. Расчет суммарного интегрального эффекта от внедрения предлагаемой технологии реагентной очистки сточных вод от меди и цинка с учетом замкнутости цикла водопотребления осуществляется в форме **табл. 7**.

**6.2** Таким образом, годовой экономический эффект составит:

$$E_t = E_s / T = 1 089 541,56 / 5 = 217 908,31 \text{ грн}.$$

Коэффициент эффективности

$$E_p = E_t / K = 217 908,31 / 41 600 = 5,23.$$

Срок окупаемости

$$T_{ок} = 1 / E_p = 1 / 5,23 = 0,19 \text{ года}.$$

Коэффициент окупаемости равен

$$K_e = T_{\phi} / T_n \cdot 100 \% = 3692 / 3996 \cdot 100 \% = 92,3 \%,$$

где  $T_{\phi}$  – фактическое время работы оборудования;  $T_n$  – плановый фонд времени работы оборудования.

Технико-экономические показатели сведены в **табл. 8**.

В расчете эффективности инвестиций условно принято, что поступающие на регенерацию сточные воды имеют нулевую стоимость, а при расчете амортизации учтено только вновь приобретаемое оборудование, и не учтены основные фонды действующего предприятия, частично или полностью используемые для ведения технологического процесса регенерации отработанных гальванических растворов.

Таблица 7

**Расчет экономического эффекта от внедрения технологического процесса реагентной очистки сточных вод от меди и цинка с учетом замкнутости цикла водопотребления в гальваническом цехе, грн.**  
(Calculation of economic effect from implementation of the technological process of chemical wastewater from copper and zinc, taking into account the closed cycle of water consumption in electroplating, UAH.)

Название показателя	Расчетный период, г.				
	1	2	3	4	5
Объем инвестиций	25 000	–	–	–	–
Оценка стоимости результатов		352 874,63	352 874,63	352 874,63	352 874,63
Издержки эксплуатации	–25 000	288 825,83	288 825,83	288 825,83	288 825,83
Интегральный эффект	–25 000	577 254,93	577 254,93	577 254,93	577 254,93
Чистая прибыль		352 874,63	352 874,63	352 874,63	352 874,63
Коэффициент дисконтирования*	1,0	0,9091	0,8264	0,7513	0,6830
Интегральный эффект с учетом приведения	–25 000	262 571,56	238 685,66	216 994,84	197 268,04
Чистый дисконтированный доход		320 798,32	291 615,16	261 114,71	241 013,37
Суммарный дисконтированный доход, $E_i$	–25 000	295 788,32	587 413,48	848 528,19	1 089 541,56

\*Коэффициент дисконтирования – это процентный коэффициент, используемый для перерасчета будущих потоков доходов в единую величину текущей стоимости

Таблица 8

**Технико-экономические показатели проекта**  
(Technical and economic parameters of the project)

Наименование показателя	Величина
Годовой выпуск продукции (очищенной воды), м <sup>3</sup>	37 435,5
Производственная себестоимость, грн/м <sup>3</sup>	33,27
Прибыль внедрения технологии очистки отработанных технологических растворов, грн/ м <sup>3</sup>	42,34
Экономия средств за счет отсутствия начислений сбора за загрязнение окружающей природной среды	11772,32
Среднегодовой экономический эффект, грн.	217 908,31
Срок окупаемости, лет	0,19
Коэффициент экстенсивности*, %	92,3

\*Коэффициент экстенсивности – характеризует использование оборудования во времени и представляет отношение времени фактической работы оборудования к плановому фонду времени его работы

### Заключение

Проведенные расчеты показали, что внедрение технологии реагентной очистки сточных вод от меди и цинка с учетом замкнутости цикла водопотребления в гальваническом производстве является эффективным и рентабельным: используемое сырье – отработанные гальванические растворы поступают на очистку с нулевой стоимостью, одновременно на предприятии появляется дополнительная товарная продукция – лом меди и цинка, приносящая прибыль предприятию. Годовой экономический эффект от внедрения регенерации сточных вод по предлагаемой технологической схеме при экономии сырьевых и энергетических ресурсов составит 217 908,31 грн. при регенерации сточных вод объемом 41 600 м<sup>3</sup>/год. Срок окупаемости капитальных вложений составит 0,19 года.

### Библиографический список

1. *Касимов А.М.* Современные проблемы и решения в системе управления опасными отходами. /А.М. Касимов, В.Т. Семенов, Н.Г. Щербань, В.В. Мясоедов. Харьков: ХНАГХ, 2008. 510 с.
2. *Касимов А.М.* Проблемы образования и накопления промышленных отходов в Украине / А.М. Касимов, Е.Е. Решта // Экология и промышленность. 2011, №1. С. 65– 69.
3. *Виноградов С.С.* Организация гальванического производства. Оборудование, расчет производства, нормирование / Под ред. проф. В.Н. Кудрявцева. М.: «Глобус», 2002. С. 145–165.
4. *Пармакли Д.М.* Методика расчета годового экономического эффекта от внедрения инноваций на предприятии / Пармакли Д.М., Мишковец Н.М. //

Праці Одеського політехнічного університету. 2012, вип. 1(38). С. 291–296.

5. Пат. 67220 Україна, МПК С02F 9/00. Спосіб отримання міді при регенерації відпрацьованих сульфатних мідно-цинкових розчинів травлення латуні /

Даценко В.В., Хоботова Є.Б., Єгорова Л.М., Ларін В.І.; заявник і патентовласник Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т. – № у 2012 06163; заявл. 22.05.2012; опубл. 25.10.2012, Бюл. 20.

*Ekonomika v promyshlennosti=Economy in the industry*  
2014, no. 2 (22) – April – June, pp. 93–99  
ISSN 2072-1633

**Cleaning of waste water from copper and zinc:  
effective technology**

**V.V. Datsenko** – Kharkiv national automobile and road University, 61002, Kharkov, Ukraine.

E-mail: chemistry@khadi.kharkov.ua

**T.A. Nenastina** – Kharkiv national automobile and road University, 61002, Kharkov, Ukraine.

**E.B. Khabotova** – Kharkiv national automobile and road University, 61002, Kharkov, Ukraine

**Yu.V. Svashenko** – Kharkiv national automobile and road University, 61002, Kharkov, Ukraine

**Abstract.** The environment and water objects are increasingly soiled by wastewaters and sludge coming from galvanic production containing compositions of several rare and precious metals such as Cu, Zn, Ni, Co, Cr etc. At the same time these wastes present mostly toxic matters which endanger environment and human health. The industrial enterprises pay special attention to the treating and utilization of sludge containing heavy metals which present precious secondary raw materials. Especially acute is the problem of energy cost reduction on all stages of sludge treatment technology. It is envisaged to organize galvanic processes which are aware of environmental aspects. The main stages of reagent water cleaning consist of: contact sedimentation (cementation) of copper ions through zinc powder; separation of zinc from the solution during electrolysis and returning the cleaned water to the technological cycle. The principal sources of the economic effect (Pp) present: extraction of copper and zinc from galvanic bath solution; reduction of energy cost connected with solution cleaning; reduction of penalties for environment soiling, organizational and technical measures aimed at the lowering the cleaning expenses. The calculations performed showed the use of reagent cleaning of water wastes from copper

and zinc in a closed water supply cycle to be effective and profitable

**Keywords:** technical and economic indicators, economic impact, cost, profit.

**References**

1. Kasimov A.M., Semenov V.T., Shcherban' N.G., Myasoedov V.V. *Sovremennye problemy i resheniya v sisteme upravleniya opasnymi otkhodami*. [Modern problems and solutions in the management of hazardous waste]. Kharkov: KhNAGKh, 2008. 83 p. (In Russ).

2. Kasimov A.M., Reshta E.E. Problems of formation and accumulation of industrial waste in Ukraine. *Ekologiya i promyshlennost'*. 2011, no. 1. pp. 65–69. (In Russ).

3. Vinogradov S.S. Organization of electroplating. Equipment, calculation of production, regulation. Edited by prof. V.N. Kudryavtseva Moscow: «Globus», 2002. pp. 145–165. (In Russ).

4. Parmakli D.M., Mishkovets N.M. The method of calculation of the annual economic effect from implementation of innovations at the enterprise. *Pratsi Odes'kogo politekhnichnogo universitetu*. 2012, Issue. 1(38). pp. 291–296. (In Russ).

5. Pat. 67220 Україна, МПК С02F 9/00. Спосіб отримання міді при регенерації відпрацьованих сульфатних мідно-цинкових розчинів травлення латуні. [*The method of obtaining copper with regeneration of waste sulphate of copper and zinc etching solutions brass*] Datsenko V.V., Khabotova E.B., Egorova L.M., Larin V.I.; заявник і патентовласник Харк. нац. автомоб.-дор. ун-т. – № у 2012 06163; заявл. 22.05.2012; опубл. 25.10.2012, Бюл. 20.

**Information about authors:** **V.V. Datsenko** – Candidate of Chemical Sciences; **T.A. Nenastina** – Candidate of Technical Sciences; **E.B. Khabotova** – Doctor of Chemical Sciences; **Yu.V. Svashenko** – Student.