



УКРАЇНА

(19) UA (11) 64255 (13) U  
(51) МПК  
C02F 1/46 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**ОПИС**  
ДО ПАТЕНТУ  
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під  
відповідальність  
власника  
патенту

**(54) СПОСІБ ОЧИЩЕННЯ СТИЧНИХ ВОД ГАЛЬВАНІЧНОГО ВИРОБНИЦТВА КОМПЛЕКСОМ ХІМІЧНИХ КОМПОНЕНТІВ**

1

2

(21) u201013224

(22) 08.11.2010

(24) 10.11.2011

(46) 10.11.2011, Бюл.№ 21, 2011 р.

(72) МОВЧАН СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ, МОРОЗОВ МИКОЛА ВІКТОРОВИЧ

(73) ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) Спосіб очищення стічних вод гальванічного виробництва, що включає змішування стічної води з розчином електроліту, який містить комплекс хімічних компонентів: пірофосфат натрію ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ), метасилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), соду кальциновану ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), триполіфосфат натрію ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) у співвідношенні до  $\text{Cr}^{6+}$  із загальною

концентрацією електроліту в межах 50...100 мг/дм<sup>3</sup>, а електроліз проводять з використанням сталевих електродів та напірною флотацією, який відрізняється тим, що до складу комплексу хімічних компонентів розчину електроліту додають поверхнево-активні речовини (ПАР), які вводять перед  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  у співвідношенні компонентів до  $\text{Cr}^{6+}$  (мас. ч.):

ПАР	0,15...0,5
пірофосфат натрію ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ )	0,15...0,5
метасилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )	0,15...0,5
сода кальцинована ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )	0,05...0,5
триполіфосфат натрію ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ )	0,05...0,5

а електроліз проводять з питомими витратами електричного струму на рівні 600...4000 Кл/м<sup>3</sup>.

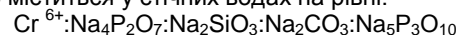
Корисна модель належить до галузі очищення, знешкодження та нейтралізації стічних вод гальванічних відділень промислових підприємств, які містять у собі іони важких металів, завислі речовини, масла й нафтопродукти і таке інше, і може бути використана для обробки стічних вод промислових підприємств інших галузей, де утворюються стічні води з аналогічним вмістом.

Відомі способи очищення стічних вод від іонів хрому (А. с. № 1730045 СССР, МПК C02F 1/46, 1992 та А. с. № 1730046 СССР, МПК C02F 1/46, 1992), що передбачають електрофлотокоагуляцію з використанням домішок хімічних компонентів, які містяться у відпрацьованому миючому розчині із загальною концентрацією хімічних компонентів, яка складає 50...100 мг/дм<sup>3</sup> і проводиться у два етапи: на першому етапі питомі витрати електричного струму знаходяться в межах 100...600 Кл/дм<sup>3</sup>, а на другому - 600...4000 Кл/дм<sup>3</sup>.

Недоліком означених способів є низька ефективність очищення стічних вод гальванічного виробництва з малою концентрацією іонів важких металів, наприклад, цинку, міді тощо.

Крім того, необхідно враховувати значні витрати електричного струму, які мають місце у разі очищення стічних вод з питомими витратами електричного струму на рівні 600...4000 Кл/дм<sup>3</sup>, а це не завжди сприяє підвищенню ступеня та ефективності очищення стічних вод.

Як прототип вибраний спосіб очищення стічних вод гальванічного виробництва промислових підприємств, які містять хром (Патент України на корисну модель № 9877, МКП<sup>7</sup> C02F 1/46. Опубл. 17. 10. 2005. Бюл. № 10). Обробка стічних вод гальванічного виробництва відбувається за рахунок очищення стічної води розчином електроліту, електроліз проводиться з використанням сталевих розчинених електродів та напірною флотацією, а в стічну воду добавляють розчин електроліту, що містить у собі пірофосфат натрію ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ), метасилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), соду кальциновану ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), триполіфосфат натрію ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) із загальною концентрацією електроліту в межах 50...100 мг/дм<sup>3</sup> та питомими витратами електрики 100...600 Кл/дм<sup>3</sup>. При цьому як розчин електроліту використовують відпрацьований миючий розчин процесу нанесення гальванічного покриття у кількості, що забезпечує певне співвідношення компонентів цього розчину до шестивалентного хрому, що міститься у стічних водах на рівні:



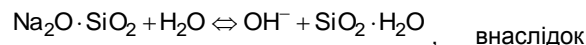
Недоліком зазначеного способу є використання як одного з компонентів відпрацьованого миючого розчину метасилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). Відомо, що силікати натрію це солі кремнієвої кислоти із загальною формулою  $m \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot n \cdot \text{SiO}_2$ . При цьому технічно чисті силікати класифікуються відповідно до величини відношення  $\text{Na}_2\text{O}:\text{SiO}_2$ , яка має назву

UA (11) 64255 (13) U

модуля. Він може змінюватися, у зв'язку з чим змінюється й властивості силікату.

Крім того, для очищення водних розчинів від іонів важких металів суттєве значення мають хімічні компоненти у наступному співвідношенні: ортосилікат натрію (2:1), метасилікат натрію (1:1) і рідинні форми силікату (наприклад, рідке скло) у відношеннях від 1:2 до 1:3,2.

Водні розчини силікату натрію гідролізуються відповідно до наступного рівняння:



внаслідок чого їх розчини мають лужну реакцію. Найбільш лужним розчином є метасилікат натрію  $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{SiO}_2 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ . У разі пониження відносної лужності силікати приймають більш колоїдну форму, посилюється їх інгібуєча дія й протикорозійна дія. Поряд з гідроксильними іонами при гідролізі силікатів лужних металів утворюється кремнієва кислота в колоїдному стані, котра практично не розчинена у воді й знаходиться в розчині в завислому стані. Встановлено, що колоїдна кременева кислота має ефективні властивості диспергуючої здатності до усіх видів забруднювачів, а також стабілізує їх в обсязі об'єму розчину, впливаючи як на метал, що обробляється, так і на забруднення що необхідно нейтралізувати.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення способу очищення стічних вод гальванічного виробництва за рахунок використання розчина електроліту, до складу якого входить пірофосфат натрію разом з поверхнево-активними речовинами та іншими хімічними компонентами, у визначеному їх співвідношенні до шестивалентного хрому, що дозволяє якісно впливати на процес очищення та проводити знешкодження виробничих стічних вод гальванічних відділень з високим відсотком їх обробки.

Поставлена задача вирішується тим, що в способі очищення стічних вод гальванічного виробництва, згідно з яким стічну воду змішують з розчином електроліту, що містить комплекс хімічних компонентів: пірофосфат натрію ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ), метасилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), соду кальциновану ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), триполіфосфат натрію ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ) у співвідношенні до  $\text{Cr}^{6+}$  із загальною концентрацією електроліту в межах 50...100 мг/дм<sup>3</sup>, а електроліз проводять з використанням сталевих електродів та напірною флотацією і, згідно з корисною моделлю, до складу комплексу хімічних компонентів розчину електроліту додають поверхнево-активні речовини (ПАР), які вводять перед  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  у співвідношенні компонентів до  $\text{Cr}^{6+}$  (мас.ч.):

ПАР	0,15...0,5
пірофосфат натрію ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ )	0,15...0,5
метасилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ )	0,15...0,5
сода кальцинована ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )	0,05...0,5
триполіфосфат натрію ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ )	0,05...0,5,

а електроліз проводяться з питомими витратами електричного струму в межах 100...4000 Кл/м<sup>3</sup>.

Використання вище означених компонентів у такій послідовності та у співвідношенні до шести-

валентного хрому пов'язано із наступними перевагами, які мають при цьому місце.

По-перше, утворення та накопичення значних обсягів шламів сприяє підвищенню ступеня ефективності очищення стічних вод гальванічного виробництва й видаленню іонів важких металів разом з пінним продуктом, що спрощує технологічну схему обробки стічних вод гальванічного виробництва за рахунок механічного їх пересування в камери накопичення шламу й осадів.

По-друге, додаючи невеличкі домішки хімічних компонентів відпрацьованого миючого розчину, разом із збільшенням температури підвищується транспортуєча швидкість скоагульованих забруднень до пінного шару та прискорення випадку осадів, які утворюються при цьому.

По-третє, використання компонентів відпрацьованого миючого розчину пов'язане зі збільшенням диспергуючої здатності та дії на забруднення, а також суттєвим впливом на процес обробки та нейтралізації стічних вод, які містять у собі іони важких металів.

По-четверте, розчинені сполуки, що містяться у воді, яка підлягає очищенню, взаємодіють з хімічним реагентом, що призводить до утворенням малорозчинних сполук гідроксидів важких металів, карбонатів, сульфатів, сульфідів тощо.

І, накінець, - збільшення диспергуючої спроможності та впливу на забруднення, а також суттєвого впливу на процес обробки й нейтралізації відпрацьованим миючим розчином виробничих стічних вод, які містять у собі іони хрому та інших важких металів.

На величину розчинності впливають інші розчинені солі, що не мають спільних іонів з речовиною, яка осаджується. Це явище зумовлюється зменшенням коефіцієнтів активності у зв'язку зі збільшенням іонної сили розчину шляхом використання сторонніх електролітів.

Таким чином, запропонований спосіб суттєво відрізняється від прототипу і вирішує поставлену задачу, яка полягає у зменшенні кількості осадів, шламів і часу обробки стічних вод, що підвищує ступінь й ефективність процесу очищення та суттєво впливає на процес обробки й нейтралізації стічних вод, які містять у собі іони важких металів.

Спосіб пояснюється наступним графічним матеріалом.

На фіг. 1 представлена графічна залежність ефективності очищення стічних вод гальванічного виробництва, із вмістом важких металів, в залежності від дози відпрацьованого миючого розчину: 1 -  $\text{Cr}^{6+}$ ; 2 -  $\text{Cr}^{3+}$ ; 3 -  $\text{Fe}^{3+}$ ; 4 - завислі речовин; 5 - ПАР. Основу миючого розчину складає «Лабомід-203».

На фіг. 2 наведена ефективність очищення іонів важких металів, в залежності від кількості відпрацьованого миючого розчину: 1 -  $\text{Cr}^{6+}$ ; 2 -  $\text{Cr}^{3+}$ ; 3 -  $\text{Fe}^{3+}$ . Основу миючого розчину складає «Лабомід-101».

Заявлений спосіб здійснюється наступним чином.

Стічна вода, яка насичена іонами важких металів, завислими речовинами, синтетичними миючими речовинами, механічними домішками та ін-

шими речовинами, обробляють комплексом хімічних речовин, до складу якого входять хімічні компоненти у певному їх співвідношенні до шестивалентного хрому.

Як високоефективні миючі розчини застосовують з'єднання з неорганічної солі, які набувають поширення для обробки різновидів стічних вод промислових підприємств. Це пов'язано з тим, що при використанні ПАР, для очищення дуже сильно забруднених поверхонь, неможливо отримати високоякісні синтетичні миючі розчини без введення активних добавок.

Складні форми фосфатів (триполі- та пірофосфатів) зв'язують солі кальцію, магнію та заліза (які визначають жорсткість усього розчину) у розчинений комплекс, а це, у свою чергу, впливає на властивості відпрацьованого миючого розчину та подальше його використання.

Для підвищення ступеню очищення стічних вод гальванічного виробництва, зменшенню обсягу шламу використовують, як миючий розчин, відпрацьований миючий розчин процесу нанесення гальванічного покриття в кількості, який забезпечує співвідношення хімічних компонентів до шестивалентного хрому в межах, які знаходяться у співвідношенні та визначеній кількості, що визначається наступною умовою:

$$\text{Cr}^{6+}:\text{ПАР}:\text{Na}_2\text{SiO}_3:\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7:\text{Na}_2\text{CO}_3:\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10} = 1:(0,15\dots0,5):(0,15\dots0,5):(0,15\dots0,5):(0,05\dots0,5):(0,05\dots0,5).$$

Диспергуюча здатність відпрацьованого миючого розчину пов'язана з його можливістю утримувати забруднення за рахунок використання при їх обробці складних форм фосфатів.

При обробці стічних вод, які містять у собі невеличкі домішки: поверхнево-активних речовин (ПАР), метасилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), триполіфосфат натрію ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ), пірофосфат натрію ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ) та кальцинованої соди ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) разом зі збільшенням температури підвищується транспортуюча швидкість з коагульованих забруднень до пінного шару, разом з якою сюди потрапляють завислі речовини, що знаходяться у верхньому пінному шарі.

Склад відпрацьованого миючого розчину неоднаково впливає на диспергуючу дію, внаслідок нерівномірної можливості утримувати забруднення, що пов'язано з підвищенням забруднення самого водного розчину.

Складні форми фосфатів, маючи валентність аніонів, впливають на міцелярну структуру та інші властивості водних розчинів, а це призводить до підвищення очищаючої дії відпрацьованого миючого розчину.

Невеличкі домішки: ПАР, метасилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ), пірофосфат натрію ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ), соди кальцинованої ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) та триполіфосфат натрію ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ), зв'язують солі кальцію, магнію та заліза, які взагалі визначають жорсткість розчину, в розчинений комплекс. Пептезуючись та диспергуючись у водних розчинах, частинки твердих забруднень зазначених компонентів приводять, у свою чергу, до зменшення пасивації електродної системи твердими частинками гідроксидів хрому та заліза, що підвищує ступінь очищення стічних

вод та ефективність процесу нейтралізації стічних вод. Це, також, призводить до зменшення використання води у зворотних системах промислових підприємств та раціонального застосування електрохімічних способів обробки стічних вод в локальних схемах їх очищення та знешкодження.

Добавки комплексу хімічних компонентів, що використовують як реагент, сорбуються та руйнуються у разі коагуляції тривалентного хрому, заліза та інших іонів важких металів.

Підвищенню ступеня та ефективності очищення стічних вод гальванічного виробництва (фіг. 1) сприяє використання хімічних компонентів реагенту, в основу яких було покладено водний розчин на основі синтетичних миючих розчинів на основі «Лабомід-203» та «Лабомід-101» (фіг. 2), використанням синтетичних миючих розчинів, які містять у собі іони важких металів, сприяє ефективності процесу флотації, котра досягається зменшенням розмірів пухирців газового середовища, підвищенням швидкості їх транспортування, збільшенням концентрації газової фази, за рахунок розкладання кальцинованої соди, підвищення гідрофобності поверхні гідроксидів та іншими ознаками.

Загальна концентрація компонентів, яку вводять в стічну воду, що обробляється, і містить у собі триполіфосфат натрію ( $\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$ ), пірофосфат натрію ( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$ ), метасилікат натрію ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) та сода кальцинована ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) повинна знаходитись у межах 50...100 мг/дм<sup>3</sup>.

При обробці стічних вод гальванічного виробництва розчином менш ніж 50 мг/дм<sup>3</sup> спосіб не дозволяє отримати високий ступінь очищення від іонів важких металів, хрому та заліза, тому, що зменшується ефективність процесу флотації гідроксидів, знижується показник рН утворення гідратів гідроксидів, збільшується кількість великих пухирців газового середовища.

Крім того, у стічній воді, які містять у собі іони важких металів, дозується відпрацьований миючий розчин, котрий використовується вдруге і може технологічно утворюватися на цьому ж підприємстві для підвищення ступеня очистки, а також для руйнування утворених гідроксидів заліза, хрому та інших іонів важких металів.

При обробці стічних вод гальванічного виробництва, які містять у собі іони важких металів із загальною концентрацією більш ніж 100 мг/дм<sup>3</sup>, відбувається збільшення обсягу пінного продукту при флотаційному освітленні стічних вод за рахунок потрапляння до пінного шару завислих речовин, а також неповне руйнування відпрацьованого миючого розчину при електрохімічній обробці стічних вод, що призводить до збільшення часу обробки стічних вод.

Крім того, збільшення часу обробки стічних вод в міжелектродному просторі призводить до нераціонального використання електричного струму, яке полягає не тільки у збільшенні його кількості, а й в зменшенні його ефективності при обробці іонів важких металів.

У результаті проведених лабораторних досліджень, коли до складу стічних вод гальванічного виробництва входять іони важких металів: хром шести- та тривалентний, залізо, мідь, цинк і таке

інше, змішувалися з відпрацьованим миючим розчином, основу якого складав синтетичний миючий розчин марки "Лабомід-203", потім їх обробляли у просторі між електродами зі сталевих пластин із питомими витратами електричного струму, 400, 450, 500 та 550 Кл/дм<sup>3</sup>. Використання значного

діапазону електричного струму дозволили більш менш точно встановити раціональні та ефективні режими роботи водоочисного обладнання.

Результати проведених експериментальних досліджень представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Результати досліджень по визначенню ефективності очищення стічних вод від іонів важких металів

Електричний заряд, Кл/дм <sup>3</sup>	Співвідношення хімічних компонентів ВМР до шестивалентного хрому					Ефективність очищення від іонів важких металів, %		
	ПАР	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Na <sub>3</sub> P <sub>5</sub> O <sub>10</sub>	Хром VI	Хром III	Залізо III
50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	18	12,00	30,0
	0,05	0,05	0,05	0,25	0,15	48	62,00	60,0
100	0,05	0,05	0,10	0,25	0,15	98,5	96,0	94,0
	0,05	0,05	0,10	0,25	0,15	99,25	98,10	96,0
300	0,25	0,25	0,25	1,20	0,25	96,00	97,00	96,00
	0,25	0,25	0,25	1,20	0,25	99,50	99,20	98,00
600	0,50	0,50	0,30	2,50	0,50	96,50	97,00	96,50
	0,50	0,50	0,30	2,50	0,50	99,50	99,30	98,50
700	0,60	0,80	0,50	3,20	1,80	96,30	92,40	90,00
	0,60	0,80	0,50	3,20	1,80	99,80	96,20	91,30
П	Р	О	Т	О	Т	И	П	
300	-	-	-	-	-	98	51	68

Примітка: 1. Початкова концентрація шестивалентного хрому складала 25 мг/дм<sup>3</sup>. 2. Вміст хімічних компонентів та їх кількісний склад кожного компонента зростає.

Стічні води гальванічного виробництва, які містять у собі іони важких металів, змішували з миючим розчином процесу нанесення гальванічного покриття марки "Лабомід-203" і "Лабомід-

201". Результати експериментальних досліджень при обробці відпрацьованим миючим розчином на основі миючих розчинів представлено в таблицях 2 і 3.

Таблиця 2

Результати експериментальних досліджень при обробці відпрацьованим миючим розчином, з використанням «Лабомід-201»

Питомі витрати електричного струму, Кл/дм <sup>3</sup>	Доза відпрацьованого миючого розчину, мг/дм <sup>3</sup>	Ефективність очищення від іонів важких металів, %					Ефективність очищення відпрацьованого миючого розчину, %				
		Cr <sup>6+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Масла	Нафтопродукти	Завислі речовини	ПАР	Фосфати
400	0	95,0	55,0	82,0	80,0	82,0	58,0	60,0	55,0	45,0	50,0
	25	97,5	56,0	87,0	85,0	87,0	55,0	65,0	56,5	48,0	55,0
	50	98	95,0	98,2	99,0	98,5	58,5	98,5	96,5	99,5	96,0
	75	98	96,0	98,3	99,5	99,0	58,0	98,0	97,0	99,0	97,0
	100	98	97,0	98	98,5	99,1	59,5	99,5	98,5	99,0	96,0
	125	99	98,0	100	99,0	99,5	59,0	99,0	99,0	99,5	98,0
	150	92,0	95,0	-	89,0	80,0	72,0	90,0	85,0	80,0	80,0
450	0	97,0	55,0	97,0	80,0	87,0	75,0	65,0	56,5	48,0	55,0
	25	99,5	59,0	99,0	85,0	87,0	78,5	65,0	56,5	48,0	55,0
	50	98	92,0	94,0	97,0	95,0	78,0	96,0	94,0	97,0	92,0
	75	100	94,0	98,5	99,0	98,5	79,5	98,5	96,5	99,5	97,3
	100	98	91,0	98,0	94,0	97,0	79,0	97,0	96,0	97,0	94,0
	125	100	93,0	-	98,5	99,0	80,0	99,5	98,5	99,0	96,0
	150	90,0	85,0	-	89,0	80,0	75,0	90,0	85,0	80,0	80,0

Продовження таблиці 2

Питомі витрати електричного струму, Кл/дм <sup>3</sup>	Доза відпрацьованого миючого розчину, мг/дм <sup>3</sup>	Ефективність очищення від іонів важких металів, %					Ефективність очищення відпрацьованого миючого розчину, %				
		Cr <sup>6+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Масла	Нафтопродукти	Завислі речовини	ПАР	Фосфати
500	0	98,0	95,0	99,1	85,0	90,0	78,5	-	-	-	-
	25	99,1	99,3	99,5	98,0	95,0	78,0	98,0	97,0	99,0	97,0
	50	100	100	98,8	100	99,0	79,5	98,5	95,5	98,0	98,0
	75	98,5	98,3	98,7	98,6	98,5	79,0	-	-	-	-
	100	100	99,0	98	98,0	99,0	80,0	98,0	98,0	99,0	98,0
	125	98,0	95,0	100	98,0	95,0	75,0	-	-	-	-
	150	95,0	90,0	-	90,0	85,0	78,5	90,0	90,0	85,0	85,0
550	0	95,5	65,0	-	90,0	85,0	78,0	-	-	-	-
	25	98,4	95,0	98,2	99,0	98	79,5	93,8	97,0	99,0	97,0
	50	100	99,5	-	99,0	99,5	79,0	95,5	95,5	90,5	93,0
	75	100	99,7	99,1	99,4	99,5	76,0	-	-	-	-
	100	100	99,0	98,5	98,5	99,0	75,0	99,5	98,5	99,0	96,0
	125	99,7	99,8	100	98,7	97,8	78,5	96,4	97,0	99,0	97,0
	150	96,0	88,0	-	93,0	85,0	78,0	94,0	83,0	85,0	84,0
600	0	94,5	75,0	99,4	80,0	81,0	79,5	-	-	-	-
	25	92,3	84,8	99,5	98,0	95,0	79,0	95,0	94,0	90,0	92,0
	50	93,0	86,5	99,0	79,0	83,5	81,0	95,5	95,5	90,5	93,0
	75	95,0	96,0	99,0	97,0	98,0	75,0	98,0	97,0	96,0	95,0
	100	91,0	92,0	-	88,5	84,0	78,5	99,5	98,5	99,0	96,0
	125	96,0	94,0	99,0	87,0	88,0	78,0	98,0	97,0	99,0	97,0
	150	90,0	78,0	-	83,0	81,0	79,5	94,0	83,0	85,0	84,0
650	0	94,5	75,0	-	80,0	81,0	79,3	-	-	-	-
	25	96,7	97,0	98,5	98,5	99,1	80,2	97,5	95,8	96,5	92,5
	50	93,0	86,5	-	79,0	83,5	75,5	95,5	95,5	90,5	93,0
	75	98,8	95,0	98,2	99,0	98	77,5				
	100	91,0	92,0	-	88,5	84,0	78,0	99,5	98,5	99,0	96,0
	125	98	95,0	98,2	99,0	89,0	97,5				
	150	90,0	78,0	-	83,0	81,0	79,0	94,0	83,0	85,0	84,0
700	0	92,5	74,0	-	80,0	81,0	80,0	-	-	-	-
	25	92,3	89,6	99,5	98,0	95,0	75,7	9,65	93,5	93,5	91,5
	50	93,0	85,5	99,7	79,0	83,5	78,5	93,5	92,5	90,5	93,0
	75	91,3	90,5	99,0	88,5	83,0	78,0	93,5	94,7	95,6	93,3
	100	90,0	91,0	99,8	88,5	84,0	79,5	96,5	96,5	97,0	94,0
	125	99,4	97,6	99,5	89,9	85,0	79,0	92,4	93,3	96,5	99,5
	150	89,0	77,0	-	83,0	81,0	80,5	92,0	81,0	83,0	82,0

Таблиця 3

Результати експериментальних досліджень при обробці відпрацьованим миючим розчином, з використанням «Лабомід-203»

Питомі витрати електричного струму, Кл/дм <sup>3</sup>	Доза відпрацьованого миючого розчину, мг/дм	Ефективність очищення від іонів важких металів, %				Ефективність очистки відпрацьованого миючого розчину, %			
		Cr <sup>6+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Нафтопродукти	Завислі речовини	ПАР	Фосфати
400	0	97,0	67,0	78,0	86,0	-	-	-	-
	25	97,7	95,0	98,2	99,0				
	50	96,5	94,0	93,0	92,5	88,5	86,5	79,5	87,0
	75	99,8	98,0	98,7	98,0				
	100	100	99,0	98,5	97,0	85,5	75,5	74,0	72,0
	125	99,8	97,8	94,2	92,3				
	150	90,0	85,0	89,0	80,0	80,0	81,0	78,0	76,0
450	0	99,5	96,0	95,0	97,0	-	-	-	-
	25	99,8	98,0	98,7	98,0				
	50	100	99,0	99,0	99,5	98,5	97,5	99,5	99,0
	75	99,8	98,0	98,7	98,0				
	100	100	99,0	98,5	99,0	99,5	99,5	99,0	98,0
	125	100	99,0	99,5	98,0				
	150	98,0	95,0	98,0	98,0	92,0	95,0	98,0	97,0
500	0	99,0	97,0	95,0	96,0	-	-	-	-
	25	99,8	98,0	98,7	98,0				
	50	100	100	100	99,0	99,5	96,5	98,0	98,0
	75	99,8	98,0	98,7	98,0				
	100	100	99,0	98,0	99,0	98,0	99,0	99,0	98,0
	125	100	99,0	100,5	98,0				
	150	96,0	97,0	95,0	95,0	93,0	95,0	95,0	95,0
550	0	95,5	65,0	90,0	85,0	-	-	-	-
	25	98,8	98,0	98,4	96,0				
	50	100	99,5	99,0	99,5	95,5	95,5	90,5	93,0
	75	99,8	98,0	98,7	98,0				
	100	100	99,0	98,5	99,0	99,5	98,5	99,0	96,0
	125	100	100	99,9	99,5				
	150	96,0	88,0	93,0	85,0	94,0	83,0	85,0	84,0

При цьому доза відпрацьованого миючого розчину складала наступні значення 40, 50, 60, 80, 100, 125 та 120 мг/дм<sup>3</sup>.

Ступінь очищення стічних вод гальванічного виробництва, які містять у собі іони важких металів, залежить від питомих витрат електричного струму, що визначається переведенням шести-

валентного хрому до тривалентного, за рахунок флотаційного вилучення утворених гідроксидів важких металів до пінного шару, руйнування відпрацьованого миючого розчину.

Результати лабораторних випробувань в граничних та оптимальних режимах очищення стічних вод наведені у таблиці 4.

Таблиця 4

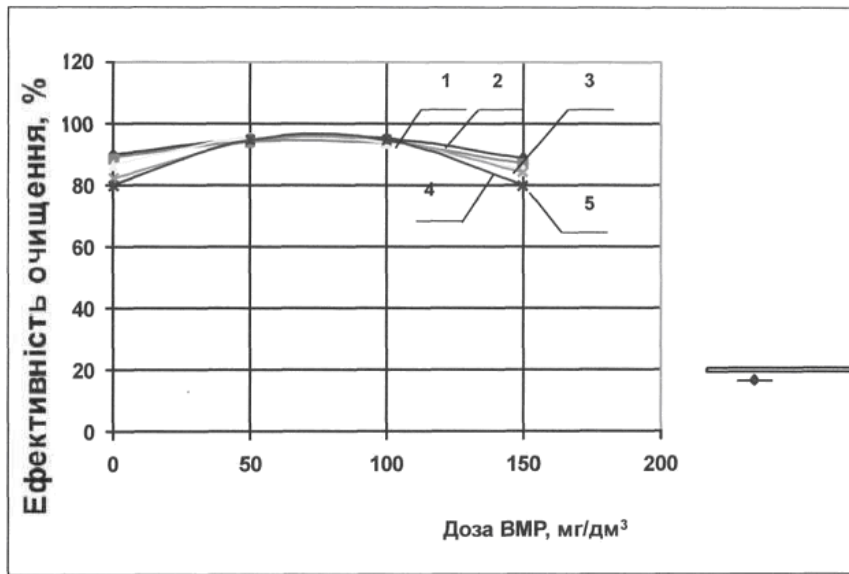
Результати випробувань у граничних та оптимальних режима очищення й знешкодження стічних вод гальванічного виробництва

Питомі витрати електричного струму, Кл/м <sup>3</sup>	Співвідношення компонентів миючого розчину до шестивалентного хрому 1 в одиницях до 4 на 1 в одиницях до 4.					Ефективність очищення від іонів важких металів, %.					
	ПАР	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	Na <sub>4</sub> P <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Cr <sup>6+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cu <sup>3+</sup>	Zn <sup>2+</sup>
50	0,15	0,15	0,15	0,05	0,25	48,0	62,0	60,0		68,0	
50											
50	0,15	0,20	0,15	0,05	0,25	49,0	60,0	63,0		69,0	
100	0,15	0,20	0,15	0,05	0,25	100	98,1	96,0		79,0	
100											
100	0,15	0,25	0,15	0,05	0,25	100	99,1	98,0		84,0	
200											
200											
200											
300	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	100	99,2	98,0		85,0	
300											
300	0,25	1,25	0,25	0,25	1,25	100	99,5	98,5		89,0	
500	0,50	2,50	0,50	0,50	2,50	100	99,3	98,5		88,0	
500	0,50	2,50	0,50	0,50	2,50	100	99,3	99,5		90,0	
600											
600											
600											
700											
700	1,50	5,00	1,50	0,75	5,00	99,8	96,2	91,3		85,0	
700	1,50	5,00	1,50	0,75	5,00	99,8	97,2	93,3		89,0	

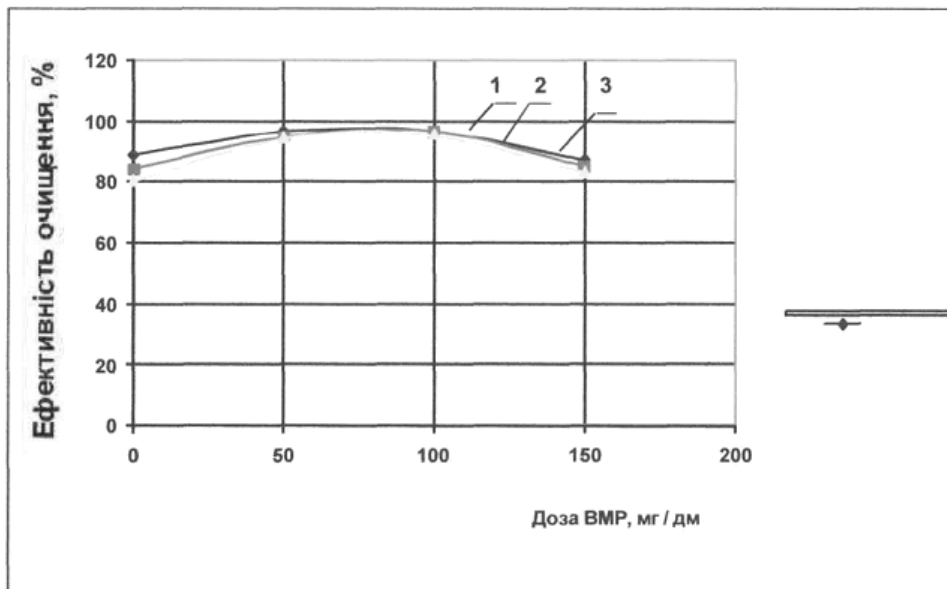
Робочу суміш стічних вод, які містять у собі хром і миючий розчин у складі: ПАР, пірофосфат натрію (Na<sub>4</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>), кальцинованої соди (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) та триполіфосфат натрію (Na<sub>5</sub>P<sub>3</sub>O<sub>10</sub>), обробляли електролізом зі сталевими електродами протягом 2...5 хвилин, а потім відбувався процес флоатації протягом 30...45 хвилин. В освітленій воді визначали концентрацію іонів важких металів та ефективність їх очищення.

При інших значеннях компонентів реагенту має місце зниження ступеня очищення та ефективності обробки, тому що зменшується швидкість процесу флоатації або має місце пасивація електродної системи, за рахунок утворення великого обсягу шламу та осадів.

Утворення осадів відбувається з пересичених розчинів стічних вод гальванічного виробництва. У зв'язку з чим, чим більший ступінь пересичення, тим більше утворюється зародків, внаслідок чого дрібніше кристали. Тому можливе утворення осадження аморфних осадів. У процесі осадження з розбавлених розчинів утворюється менше центрів кристалізації і випадають осадки з високим вмістом кристалів. Це позитивно впливає на його зневоднення й подальшу утилізацію, а також зменшує загальні витрати, пов'язані із очищенням, знешкодженням та нейтралізацією стічних вод гальванічного виробництва.



Фіг. 1



Фіг. 2