

## ТІОКАРБАМІДНО-ЦИТРАТНІ ЕЛЕКТРОЛІТИ ЯК АЛЬТЕРНАТИВА ЦІАНІДНИМ ЕЛЕКТРОЛІТАМ У ВИРІШЕННІ ПРОБЛЕМ ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ І ЗАПОБІГАННЯ НАДЗВИЧАЙНИМ СИТУАЦІЯМ

*Смірнова О.Л.<sup>1</sup>, к.т.н, доцент*

*Ніконов А.Ю.<sup>2</sup>, д.м.н, професор*

*Пилипенко А.І.<sup>1</sup>, к.т.н, доцент*

*Бровін А.Ю.<sup>1</sup>, к.т.н, доцент*

*Мухін З.С.<sup>2</sup>, аспірант*

<sup>1</sup>Національний Технічний Університет «Харківський Політехнічний Інститут», Харків, Україна

<sup>2</sup>Харківська медична академія післядипломної освіти, Харків, Україна

Широке поширення в світовій практиці нанесення гальванічних покриттів отримали покриття міддю, сріблом і золотом. Однак для промислового застосування досі використовуються електроліти на основі простих і комплексних ціанідів. Ці електроліти вкрай токсичні, складні в приготуванні та експлуатації, вимагають серйозних заходів щодо утилізації відпрацьованих розчинів і нейтралізації стічних вод. Кількість ціанідів у стічних водах гальванічного цеху варіюється в широких межах: при наявності непроточних ванн (ванн уловлювання) – 20 – 30 мг/л, без ванн уловлювання – до 150 – 300 мг/л [1].

Не зважаючи на те, що промивні води гальванічних дільниць, в яких використовуються ціаніди, відносно легко знешкоджуються за допомогою окиснення спеціальними реагентами, робочий персонал систематично піддається впливу токсичних речовин, що може викликати важкі отруєння, а іноді призводить до летального результату. Нерідкі випадки зневаги з боку виробництва до заходів очищення стічних вод, які скидаються в міські каналізаційні мережі або прилеглі водойми. Це призводить до згубних процесів у природному середовищі.

Ціаніди є речовинами загальної отруйної дії [2]. Ціанід-аніон є інгібітором ферменту цитохром с-оксидаза в IV комплексі дихального ланцюга перенесення електронів. Зв'язується з залізом у складі ферменту, чим перешкоджає переносу електронів між цитохром с-оксидазою і киснем. У результаті порушується транспорт електронів, і, отже, припиняється аеробний синтез АТФ.

За останні півстоліття вітчизняними та зарубіжними авторами були розроблені й запатентовані численні електроліти, які у своєму складі не містять ціанідів. Однак вони суттєво поступаються ціанідним електролітам за якістю одержуваних покриттів.

На даний час на кафедрі технічної електрохімії НТУ «ХПІ» ведуться наукові дослідження по розробці нових ефективних і більш екологічних технологій осадження електролітичних покриттів, відбувається пошук нових електролітів, які дозволяють вирішити проблеми безпеки й охорони праці, захисту довкілля і запобігання надзвичайним ситуаціям [3 – 6].

Таким вимогам відповідають кислі тіокарбамідно-цитратні електроліти (рН = 3 – 4), в яких метали підгрупи міді утворюють досить міцні комплекси з тіокарбамідом, а цитратна кислота сприяє стабільності тіокарбаміду у водних розчинах і застосуванню розчинних анодів [3 – 5]. Додавання у склад розчинів поверхнево-активних речовин позитивно впливає на якість металевих покриттів. Такі електроліти безпечні, мають високу продуктивність і енергоефективність.

Також позитивні результати отримані в технологіях обробки поверхні. Для полірування срібла та його ювелірного сплаву 925° запропоновано кислий тіокарбамідно-

цитратний розчин. Обробка металу відбувається в умовах утворення на аноді окисно-сольової плівки, що призводить до виникнення дзеркального блиску срібної поверхні [6].

У табл. 1 подано порівняльну характеристику основних компонентів електролітів на основі ціанідів і тіокарбаміду за основними показниками екологічної небезпеки хімічних речовин [1, 2].

**Таблиця 1 – Показники екологічної небезпеки ціанідів і тіокарбаміду**

Хімічна речовина	Показники екологічної небезпеки					
	Летальна доза для людини, мг/кг	Клас небезпеки	ГДК в атм. повітрі, мг/м <sup>3</sup>	ГДК у повітрі роб. зони, мг/м <sup>3</sup>	ГДК у питній воді, г/м <sup>3</sup>	ГДК у воді рибогосп. водойм, г/м <sup>3</sup>
Ціаніди	1–2,5	2	0,01	0,3	0,01	0,05
Тіокарбамід	50	2	0,01	0,3	0,03	1

Згідно табл. 1, небезпека для життя людини від ціанідів у 20 – 50 разів вище, ніж від тіокарбаміду. Щодо впливу на природні водні ресурси, токсична дія ціанідів у 20 разів перевищує дію тіокарбаміду. Тому за технічними й екологічними показниками кислі тіокарбамідно-цитратні електроліти є досить перспективними і здатні витіснити на практиці отруйні ціанідні електроліти.

#### ЛІТЕРАТУРА:

1. Смірнова О. Л. Ресурсозберігаючі електрохімічні виробництва : навчальний посібник / О. Л. Смірнова, С. А. Лещенко. – Харків: Видавництво Іванченка І. С., 2019. – 120 с.
2. Вредные вещества в промышленности: Справочник для химиков, инженеров и врачей: В 3-х т. / под общ. ред. Н. В. Лазарева и Э. Н. Левиной. – 7-е изд., перераб. и доп.. – Ленинград: Химия, Ленингр. отд-ние, 1976.
3. Smirnova O., Pilipenko A., Pancheva H., Zhelavskiy A., Rutkovska K.. Study of anode processes during development of the new complex thiocarbamide-citrate copper plating electrolyte. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2018, 1/6 (91). – P. 47 – 51.
4. Smirnova O., Brovin A., Pilipenko A., Zhelavska Yu. Studying the kinetics of electrode reactions on copper, silver and gold in acid thiourea-citrate electrolytes. Materials Today: Proceedings, 6 (2019). – P. 141 – 149.
5. Смірнова О. Л. Електролітичне осадження срібних і золотих покриттів із комплексних електролітів на основі органічних лігандів / О. Л. Смірнова, В. І. Юсов, В. С. Шитов // Вісник НТУ «ХП». – 2017 (1270). – С. 72 – 77.
6. Смірнова О. Л. Особливості процесу електрохімічного полірування срібла і його ювелірного сплаву 925° в кислих тіосечовинно-цитратних розчинах із застосуванням стаціонарного режиму електролізу / О. Л. Смірнова, О. І. Пилипенко, А. Ю. Ніконов, З. С. Мухін // Вчені записки Таврійського національного університету імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки, 2020. – Т. 31 (70) № 3. – С. 25 – 31.