

4-Хлорофенілтрифлуорометилсульфід (2), 4-бромофенілтрифлуорометилсульфід (3) і 4-нітрофенілтрифлуорометилсульфід (4) синтезовані за аналогічною методикою.

Продукти дедіазоніювання 1–4 також були синтезовані в некаталітичних умовах (без додавання в реакційну суміш купрум(II) тетрафлуороборату).

### Перелік інформаційних джерел

1. Mo F., Qiu D., Zhang L., Wang J. Recent development of aryl diazonium chemistry for the derivatization of aromatic compounds. *Chemical Reviews*. 2021. V. 121(10). P. 5741–5829.
2. Mihelač M., Siljanovska A., Košmrlj J. A convenient approach to arenediazonium tosylates. *Dyes and Pigments*. 2021. V. 184. P. 108726.
3. Adams D. J., Clark J. H. Preparation of trifluoromethyl aryl sulfides using silver (I) trifluoromethanethiolate and an inorganic iodide. *Journal of Organic Chemistry*. 2000. V. 65(5). P. 1456–1460.
4. Xu X. H., Matsuzaki K., Shibata N. Synthetic methods for compounds having CF<sub>3</sub>-S units on carbon by trifluoromethylation, trifluoromethylthiolation, triflylation, and related reactions. *Chemical reviews*. 2015. V. 115(2). P. 731–764.
5. Grishchuk B. D., Gorbovyi P. M., Baranovskyi V. S., Ganushak M. I. Catalytic and non-catalytic reactions of diazonium aromatic salts with alkenes in the presence of nucleophiles. *Journal of Organic and Pharmaceutical Chemistry*. 2008. Vol. 6 (3). P. 16–32.

### Полуботько Р.С., Курмакова І.М.

*Кафедра хімії, технологій та фармацевції Національного університету  
„Чернігівський колегіум” імені Т.Г. Шевченка, Чернігів, Україна*

### ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ЕЛЕКТРОХІМІЧНОГО НАНЕСЕННЯ ЦИНКОВИХ ПОКРИТТІВ

Процес електрохімічного цинкування широко застосовується для протикорозійного захисту та покращення властивостей, в тому числі декоративного вигляду, різноманітних металевих виробів [1]. Також цинкове покриття збільшує адгезію фарби до поверхні металу, що розширює сфери використання зазначеного процесу.

Електрохімічне осадження цинку на поверхні сталі із водних розчинів його солей базується на здатності йонів Zn<sup>2+</sup> відновлюватися і значній перенапрузі виділення водню, що забезпечує достатньо високий вихід за струмом основної реакції. При цьому сплав між залізом та осадженим цинком не утворюється. Значний внесок у розвиток теоретичних і практичних питань цього процесу зроблений Київською науковою електрохімічною школою [2].

В промисловості використовують кислі та комплексні електроліти цинкування. В кислих електролітах (сульфатні, хлоридні, борфторидні) цинк знаходиться у вигляді гідратованих йонів. Цинкові осади одержані з кислих електролітів характеризуються крупнокристалічною структурою. Для одержання

рівномірного по товщині покриття до складу кислих електролітів необхідно вводити поверхнево-активні речовини. Але недоліком кислих електролітів є низька розсіювальна здатність, особливо при цинкуванні деталей складної конфігурації [1]. Вирішення цієї проблеми є актуальним завданням, тому у сучасних публікаціях пропонуються певні технологічні рішення. Наприклад, авторами [3] запропоновано процес електрохімічного 3Д-друку виробів із цинку з товщиною осаджуваного шару металу 180...240 мкм (густина струму 2,4...3,0 А/дм<sup>2</sup>) і дрібнокристалічною компактною структурою при використанні сульфатного електроліту без органічних добавок та за присутності желатину.

Комплексні електроліти (ціанідні, лужні, пірофосфатні та полілігандні) дозволяють одержувати покриття з дрібнокристалічною структурою і характеризуються високою розсіювальною здатністю, хоча дещо поступаються кислим за продуктивністю електролітичного процесу [4].

При цьому практично важливою задачею залишається визначення часу проведення електрохімічного нанесення покриття для робочого інтервалу температур, оскільки температура має неоднозначний вплив зокрема на вихід за струмом.

**Мета роботи** – визначити експериментальним шляхом час нанесення гальванічного покриття з лужного електроліту для одержання цільового покриття заданої товщини при заданій температурі.

Цільова товщина покриття становила 9 мкм. Густина струму 2 А/дм<sup>2</sup>. Для експериментального визначення товщини цинкового покриття застосовували крапельний метод. Згідно методики використовували розчин (200 г/л CrO<sub>3</sub> + 34 мл/л H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) та вимірювали час розчинення покриття до сталевій підложки. Товщину розраховували як відношення виміряного часу до табличного значення для певної температури. Можлива відносна похибка визначення становить 10%. За визначеною експериментальним шляхом товщиною, обчислювали також швидкість осадження цинку в мкм/хв.

Таблиця 1

Параметри технологічного процесу електрохімічного нанесення цинку

Температура електроліту (t), °C	Час нанесення покриття (τ), хв	Визначена товщина покриття, мкм	Швидкість осадження, мкм/хв
10	21	8,9	0,42
12	20	8,8	0,44
13	19	9,3	0,48
15	18	8,9	0,49
17	17	9,2	0,54
18	16	9,0	0,56
21	14	9,3	0,66

Одержані результати представлені в табл. 1. Розрахункове значення часу при заданих параметрах процесу становить 15,78 хв. Це свідчить, що температура впливає на вихід за струмом, що слід враховувати на практиці.

На основі кореляційного аналізу результатів ( $R^2 = 0,994$ ) одержали наступну залежність  $\tau = -0,6316 t + 27,421$  за якою можна визначати час нанесення покриття товщиною 9 мкм, при густині струму 2 А/дм<sup>2</sup> з лужного електроліту.

Таким чином, експериментальним шляхом визначено час нанесення цинкового гальванічного покриття з лужного електроліту для одержання цільового покриття заданої товщини при заданій температурі та математичне рівняння для розрахунку цього технологічного параметру.

### Перелік інформаційних джерел

1. Якименко Г. Я., Артеменко В. М., Лещенко С. А. Технічна електрохімія. Ч. 3. Гальванічні виробництва: Підручник, видання 2-ге, перероб. й доп. / Харків: НТУ “ХПІ”, 2025. 225 с.
2. Омельчук А.О., О.В. Лінючева О.В. Київська електрохімічна школа: колективна монографія «Електрохімія сьогодення: здобутки, проблеми та перспективи». Київ: МПБП «Гордон», 2021. С. 11–19.
3. Корозійна стійкість цинкових виробів, отриманих методом електрохімічного ЗД-друку / Кокоша А., Ущатовський Д., Воробйова В., Мотронюк Т., Васильєв Г. Технічні науки та технології. 2024. (1 (35)). С. 232–239. [https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-1\(35\)-232-239](https://doi.org/10.25140/2411-5363-2024-1(35)-232-239)
4. Проскуркин С. В. Захисні цинкові покриття: порівняльний аналіз
5. властивостей, раціональні області застосування. Ч.1. Устаткування. 2005. №3. С. 66–71

### Попружний Т.А., Поплавський Я.І, Янченко В.О.

*Кафедра хімії, технологій та фармації Національного університету  
„Чернігівський колегіум” імені Т.Г. Шевченка, Чернігів, Україна*

### СИНТЕЗ 1-БЕНЗИЛ-4-МЕТОКСИПІРАЗОЛУ ЦИКЛІЗАЦІЄЮ 1-МЕТОКСИ-2-ДИМЕТИЛАМІНОАКРОЛЕЇНУ

Здійснено синтез важкодоступного N-бензил-4-метоксипіразолу на основі 2-метокси-3-диметиламіноакролеїну. Оптимізовано умови проведення реакції

**Ключові слова:** органічний синтез, піразоли, 2-метокси-3-диметиламіноакролеїн.

The synthesis of the difficult-to-obtain N-benzyl-4-methoxy-pyrazole based on 2-methoxy-3-dimethylaminoacrolein was carried out. The reaction conditions were optimized.

**Keywords:** organic synthesis, pyrazoles, 2-methoxy-3-dimethylaminoacrolein.

Піразоли – важливий клас гетероциклічних сполук, представники якого виявляють широкий спектр цінних властивостей – від класичних анальгетиків до сучасних селективних протизапальних, антибактеріальних, протипухлинних та