

## СЕКЦІЙНІ ЗАСІДАННЯ

**СЕКЦІЯ А – ІСТОРИЧНІ АСПЕКТИ СВІЛОТЕХНІКИ І ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ. КОМП'ЮТЕРНІ МЕТОДИ У СВІЛОТЕХНІЦІ Й ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ. ФІЗИЧНІ АСПЕКТИ ГЕНЕРУВАННЯ СВІТЛА ТА ВИСОКОЕФЕКТИВНІ ДЖЕРЕЛА ВИПРОМІНЮВАННЯ. ОПРОМІНЮВАЛЬНІ УСТАНОВКИ В ПРОМИСЛОВOSTІ, СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ, МЕДИЦИНІ.**

УДК 621.3

**В. Лазарюк, к.т.н., доц., Н.Куземко, к.т.н., доц.**

Тернопільський національний технічний університет, Україна.

## ІДЕЇ ПУЛЮЯ В ІНЖЕНЕРІЇ ПЕРШИХ ЕЛЕКТРОМЕРЕЖ В ЄВРОПІ

**V. Lazaryuk, Ph.D, Assoc. Prof., N. Kuzemko, Ph.D, Assoc. Prof.**

**PULUJ IDEAS IN FIRST POWER DISTRIBUTION NETWORKS  
ENGINEERING IN EUROPE**

Ми знаємо Івана Пулюя в першу чергу як талановитого фізика, проте його багатогранний талант в повній мірі розкрився також у інших галузях науки та техніки, зокрема в електротехніці та електроенергетиці. Порівняльних праць, щодо цієї діяльності Пулюя обмежена кількість [1], тому у теперішній час відкритого доступу до інформаційних ресурсів дане дослідження дозволить доповнити вклад українського вченого у світову електротехнічну науку.

Уже на Першій Міжнародній виставці з електротехніки у Парижі («Exposition internationale d'Électricité à Paris», EIE Paris) у 1881 році лампу Пулюя нагороджено дипломом [1]. У 1882 році Пулюй стає технічним керівником Віденської філії компанії Ganz & Company з Будапешту [2], провідного європейського виробника електрообладнання для виробництва електроенергії та освітлення на той час. Вже у 1883 році компанія мала біля 50-ти виконаних інсталяцій електрообладнання у Австро-Угорщині, [3]. У 1883 році Пулюй стає членом-засновником Електротехнічного товариства у Відні, та його запрошують на посаду консультанта на Австрійську збройну фабрику у Штайрі. Збройовий завод тоді почав випускати електродинамомашини, дугові лампи та лампи з вугільною ниткою. За ініціативою директора Йозефа Верндля в 1884 році у Штайрі відбулася «Електрична державна виставка промислового лісництва та історії культури» („Electrische-Landes-Industrie-Forst und culturhistorische Ausstellung“), яка стала четвертою подібною виставкою у світі, після Парижа, Мюнхена та Відня. Командою талановитих піонерів-електротехніків заводу зброї у Штайрі, серед яких був і Іван Пулюй, було вперше у світі продемонстровано можливість електричного освітлення цілого міста від генераторів, що приводились в дію за допомогою водяної турбіни, [1]. Усі перші факти застосування гідроенергії для виробництва електрики у 1881 році на водопадах на Ніагарі та Сент-Антоні (США), у 1882 році в місті Голалмінг (Великобританія) та у місті Епплтоні на річці Фокс у США, [4], безумовно також потребують детального порівняльного вивчення.

У 1884 році Іван Пулюй публікує брошуру про електричне освітлення, перевидану у 1885 році через значний інтерес фахівців до розділу про проектування електростанцій, окремою статтю “Про електричні центральні у Празі” (“Über elektrische Centralanlagen in Prag”), [5]. У цій праці вчений обґрунтовує концепцію побудови великих електроцентралей (електростанцій) на противагу невеликим тепловим електростанціям, наводить ряд практичних рекомендацій застосування акумуляторних батарей для освітлення. Ця публікація свідчить про його глибокий підхід до проблем електроенергетики, в результаті чого Іван Пулюй став авторитетним експертом із проектування та будівництва електростанцій та електричних мереж у Австро-Угорщині.

На засіданні Німецького політехнічного товариства в Чехії та Празького електротехнічного товариства 15 січня 1897 року Пуллой запропонував свою концепцію розвитку електроенергетики [1, 6]: спорудження однієї великої електроцентральної змінного струму замість кількох малих електростанцій постійного струму, яка повинна знаходитися не в густонаселених районах, а за межами міста. Також він запропонував об'єднати електроцентраль з одним із комунальних газових заводів, що давало можливість отримати дешеве паливо - кокс. Перевагами такого підходу він вважав здешевлення будівництва, зменшення кількості обслуговуючого персоналу, здешевлення електроенергії. Будівництво електроцентральної за межами міста зменшувало вплив шкідливих для здоров'я людей викидів, а також вплив надмірного шуму моторів. Крім того майданчики для будівництва за межами міста мали меншу вартість, а близькість води, дозволяла успішно використовувати її для охолодження та конденсації пари.

Важливим питанням у період становлення електроенергетики також був вибір між постійним та змінним струмом. Пуллой був прихильником впровадження змінного струму, як і Тесла, який у 80-х роках 19 ст. обґрунтував переваги змінного струму при передачі електричної енергії на великі відстані. Основним критерієм, вважав Пуллой, є відстань між електростанцією та споживачами. Якщо відстань невелика, то можна застосовувати постійний струм та акумуляторні батареї, на великих відстанях втрати в лініях електропередачі зростають, тому тут перевагу слід надати змінному струму, оскільки збільшуючи напругу за допомогою трансформаторів, при передачі електроенергії на великі відстані, можна зменшити втрати. Отже, Пуллой провів дуже глибокий та аргументований аналіз не лише з точки зору електротехніки, але й економіки та екології, саме тому його концепція побудови електростанцій перемогла і в Голешовицях біля Праги, де за інформацією проф. Іво Крауса була побудована велика електростанція змінного струму, [7].

Крім цього, Пуллой також керував спорудженням інших електростанцій на території Чехії, зокрема у Цвікау, Марієнбаді (Маріянське-Лазне), Франценсбаді, [1]. Найбільшу увагу він приділив великій гідроелектростанції поблизу міста Гогенфурт, яку будувала фірма «Г.Спіро і сини в Крумляві» на річці Влтаві, яка мала дуже сприятливий рельєф для будівництва саме поблизу цього міста. Пуллой виступав у ролі експерта уряду Австро-Угорщини, що стежив за будівництвом з точки зору охорони праці та охорони навколишнього середовища. Цей проект був започаткований у 1896 році, а будівництво першої черги електростанції завершилося уже в 1904 році. Надалі збільшення потужності цієї гідроелектростанції стимулювало розвиток промисловості у регіоні, [1].

Про електростанцію біля Гогенфурта Пуллой написав широку публікацію українською мовою [8, 9], в якій детально, з технічними подробицями описав сам проект та різні технологічні процеси, що є свідченням того, як він старанно вивчав всю проектну документацію та її практичне втілення. Крім того, він описав особливості телефонної станції для зв'язку між електростанцією, трансформаторними підстанціями та споживачами з точки зору забезпечення персоналу від проникнення в телефонну мережу великих струмів з високовольних ліній. Передбачив він також захист електростанції від атмосферних розрядів та подбав про екологічну безпеку: уникнення розмивання берегів річки та охорони навколишнього природного середовища.

Отже, дослідження показують, що Іван Пуллой постає перед нами як електротехнік широкого профілю, фахівець найвищого рівня та свідчать про його вагомий вклад у розвиток світової та європейської електротехнічної галузі.

### **Література**

1. Гайда Р., Пляцко Р. Іван Пуллой. Життя і творчість: Монографія / Р. Гайда, Р. Пляцко. – Львів: Дослідно-видавничий центр Наукового товариства ім. Шевченка, 2019. – 220 с.
2. Puluĵ, Johann (1845-1918), Physiker / Österreichisches Biographisches Lexikon, [Електронний ресурс],

Режим доступу: [https://www.biographien.ac.at/oeb1/oeb1\\_P/Puluj\\_Johann\\_1845\\_1918.xml](https://www.biographien.ac.at/oeb1/oeb1_P/Puluj_Johann_1845_1918.xml)

3. Thomas P. Hughes, *Networks of Power: Electrification in Western Society, 1880-1930* (Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1983, 474 p.
4. The history of power / *Power magazine's*, [Електронний ресурс], Режим доступу: <https://www.powermag.com/an-interactive-timeline-the-history-of-power/>
5. Puluj J. Über elektrische Centralanlagen in Prag // *Technische Blätter*. — 1885. — Bd. 17. — S. 65—70.
6. Puluj J. Über elektrische Centralen in Prag // *Technische Blätter*. — 1897. — Bd. 29, Heft. 1—2. — S. 91—94.
7. Kraus I. Prazska setkani s profesorem Ivanem Pulujem. // *Hospodafske Noviny*. - 1995. - 17.02.
8. Пулюй І. Електрична централка Гогенфурт фірми Г. Спіро і синове в Крумляві // *Збірник Математично-природописно-лікарської секції НТШ*. — 1905. — т.10. — с.1-30.
9. Иван Пулюй. *Збірник праць*. / За заг. ред. проф. В. Шендеровського. — К.: Рада, і 1996,— Т. 1-2. — 712 с.

**УДК 621.326**

**Баб'як Д. А., аспірант**

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

### **СПОСОБИ ПОКРАЩЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТВЕРДИХ СПЛАВІВ НА ОСНОВІ КАРБІДУ ТИТАНУ ЗА ДОПОМОГОЮ НАНОКОМПОНЕНТІВ У ЕЛЕКТРОТЕХНІЦІ**

**Babiak D. A., PhD student**

#### **METHODS FOR IMPROVING THE PROPERTIES OF TITANIUM CARBIDE-BASED YFRD ALLOYS USING NANOCOMPONENTS IN ELECTRICAL ENGINEERING**

Solid titanium carbide (TiC) alloys represent a cornerstone in the realm of electrical engineering due to their exceptional properties such as high hardness, wear resistance, and thermal stability. However, as technological advancements continue to unfold, there emerges a pressing need to further refine and optimize these properties to meet the ever-evolving demands of modern engineering applications. In response to this challenge, the integration of nanocomponents into TiC-based alloys presents a compelling avenue for enhancing their efficiency and reliability across a myriad of applications.

Nanocomponents, characterized by their minute scale measured in nanometers, boast a plethora of unique physical, chemical, and biological properties that set them apart from their macroscopic counterparts. Their utilization spans a multitude of fields, including medicine, electronics, materials science, and energy, where they have revolutionized conventional approaches and opened new frontiers for innovation.

One of the primary advantages of nanocomponents lies in their ability to significantly enhance the electrical conductivity of materials. By incorporating nanomaterials such as silver or graphene nanoparticles, it becomes possible to fabricate conductive inks that enable the development of thin, lightweight, and flexible electronic devices. This breakthrough has profound implications for the design and manufacturing of portable and wearable technologies, ushering in an era of unprecedented versatility and functionality.

Moreover, the integration of nanoparticles such as aluminum oxide (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), silicon oxide (SiO<sub>2</sub>), or boron nitride (BN) into TiC-based alloys represents a pivotal step towards enhancing their mechanical properties, particularly strength and wear resistance. These nanoparticles serve as reinforcements, effectively filling microcracks and pores within the material matrix, thereby mitigating the propagation of defects and improving overall structural integrity. Additionally, they act as barriers to dislocation movement within the crystal lattice, bolstering the alloy's resistance to deformation and fracture.

In the realm of thermal management, nanocomponents play a crucial role in enhancing the thermal conductivity of TiC-based alloys. Materials such as graphene and carbon nanotubes exhibit