

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЇ ІМ. АКАДЕМІКА М. І. ГАСИКА
ПРИДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ФЕРОСПЛАВІВ ТА ІНШОЇ
ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ
АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ



Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції
“Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності
і сталого розвитку”

The Proceedings
of the International scientific and practical conference
“Innovation in Metallurgy and Strategical adjacent industries for energy efficient
and sustainable development”

присвячена
100-річчю кафедри електрометалургії ім. академіка М. І. Гасика

22-23 квітня, 2025

ДНІПРО

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЇ ІМ. АКАДЕМІКА М. І. ГАСИКА
ПРИДНІПРОВСЬКИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР НАН УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКА АСОЦІАЦІЯ ВИРОБНИКІВ ФЕРОСПЛАВІВ ТА ІНШОЇ
ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЙНОЇ ПРОДУКЦІЇ
АКАДЕМІЯ НАУК ВИЩОЇ ШКОЛИ УКРАЇНИ



Матеріали

Міжнародної науково-практичної конференції
“Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності
і сталого розвитку”

присвячена
100-річчю кафедри електрометалургії ім. академіка М. І. Гасика

22-23 квітня, 2025

ДНІПРО

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE
UKRAINIAN STATE UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGIES
DEPARTMENT OF ELECTROMETALLURGY NAMED AFTER
ACADEMICIAN MYKHAILO GASIK
PRYDNIPROVSKYI SCIENTIFIC CENTER OF THE NAS OF UKRAINE
UKRAINIAN ASSOCIATION OF MANUFACTURERS OF FERROALLOYS AND
OTHER ELECTROMETALURGICAL PRODUCTS
ACADEMY OF SCIENCES OF HIGHER EDUCATION OF UKRAINE



The Proceedings
of the International scientific and practical conference
“Innovation in Metallurgy and Strategic adjacent industries for energy efficient
and sustainable development”

dedicated to the
100th anniversary of the Department of Electrometallurgy named after Academician
Mykhailo Gasik

22-23 April 2025

DNIPRO

УДК 669:[005.591.6:620.92](082)

I 66

Рекомендовано до друку вченою радою Українського державного університету науки і технологій

(Протокол № 12 від 28.05.2025)

Рецензенти:

Грищенко С. Г. – голова ради директорів об'єднання “Укркольормет”, проф., д.т.н.

Камкіна Л. В. – декан факультету металургійних процесів та хімічних технологій Українського державного університету науки і технологій, проф., д.т.н.

I 66 Інновації в металургії і суміжних стратегічних галузях для енергоефективності і сталого розвитку : матеріали Міжнар. наук.-практ. конф., 22–23 квітня 2025 р. / за заг. ред. Ю. С. Пройдака, О. В. Жаданоса. – Електрон. вид. – Дніпро : УДУНТ, 2025. – 198 с.

У збірнику подано матеріали, що висвітлюють актуальні проблеми розвитку сучасних технологій в металургійному виробництві, на залізничному транспорті, хімічних виробництвах. Значна увага приділена питанням цифрової трансформації, математичному моделюванню, мультидисциплінарним дослідженням.

ISBN 978-617-8314-05-7(PDF)

Recommended for publication by the Academic Council of the Ukrainian State University of Science and Technologies

(Minutes No. 12 dated May 28, 2025)

Reviewers:

Hryshchenko S. G. – Chairman of the Board of Directors of the Association "Ukrkolormet", Professor, Doctor of Technical Sciences

Kamkina L. V. – Dean of the Faculty of Metallurgical Processes and Chemical Technologies, Ukrainian State University of Science and Technology, Professor, Doctor of Technical Sciences

Innovations in Metallurgy and Related Strategic Industries for Energy Efficiency and Sustainable Development : Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, April 22–23, 2025 / edited by Yu. S. Proidak, O. V. Zhadanos. – Electronic edition. – Dnipro : USUST, 2025. – 198 p.

The collection presents materials highlighting current issues in the development of modern technologies in metallurgical production, railway transport, and chemical industries. Significant attention is paid to digital transformation, mathematical modeling, and multidisciplinary research.



Цей твір ліцензовано на умовах Ліцензії Creative Commons

[«Attribution-NonCommercial-ShareAlike» 4.0 International \(CC BY-NC-SA 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

[\(«Із зазначенням авторства – Некомерційна – Поширення на тих самих умовах» 4.0 Міжнародна\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

ISBN 978-617-8314-05-7(PDF)
DOI 10.15802/978-617-8314-05-7

© Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2025

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	14
СЕКЦІЯ 1. СУЧАСНА ЕЛЕКТРОМЕТАЛУРГІЯ: ПРОБЛЕМИ ТА РІШЕННЯ	15
ПРОДУВАННЯ ВАННИ КОНВЕРТЕРА ПРИ РАФІНУВАННІ ФЕРОНІКЕЛЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ОДНОСОПЛОВИХ ТА ТРИСОПЛОВИХ ФУРМ Акрєєв В.В., Приходько С.В., Мельник С.О., Овчарук А.М.	15
ОГЛЯД ДОСТУПНИХ ДЖЕРЕЛ МАРГАНЦЕВОЇ СИРОВИНИ ТА ОСОБЛИВОСТЕЙ ВИРОБНИЦТВА МАРГАНЦЕВИХ СПЛАВІВ ПІДПРИЄМСТВАМИ УКРАЇНИ Аносов О.В., Гладких В.А., Рубан А.В., Рябцев О.О.	21
ШЛЯХИ ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОВИТРАТ ПІД ЧАС ВИПЛАВКИ МАРГАНЦЕВИХ ФЕРОСПЛАВІВ В УМОВАХ АТ НІКОПОЛЬСЬКИЙ ЗАВОДУ ФЕРОСПЛАВІВ Бабуцький В.І., Зінченко О.М.	25
РОЗРОБКА ЕФЕКТИВНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВИПЛАВКИ СПЛАВІВ МАРГАНЦІУ Величко К.О.	30
ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕФЕКТИВНОГО НАГРІВУ ЗАЛІЗО-РУДО-ВУГІЛЬНОГО БРИКЕТУ В ІНДУКЦІЙНОМУ ПОЛІ Грек О.С.	35
ІНТЕНСИФІКУЮЧИЙ ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЮ НА ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ОКСИДІВ Гришин О.М., Надточій А.А., Губа Р.М., Хромовський С.А.	40
ВПРОВАДЖЕННЯ НОВИХ ЕКОЛОГІЧНИХ В'ЯЖУЧИХ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ВУГЛЕГРАФІТОВИХ ВИРОБІВ Дерев'яно І.В., Жаданос О.В., Агєєв О.Г.	46
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ПЛАВЛЕННЯ ВУГЛЕЦЬКАРБІДОКРЕМНІЄВИХ БРИКЕТІВ В СТАЛЬ-КОВШІ ПРИ ПОЗАПІЧНІЙ ОБРОБЦІ СТАЛІ Жаданос О.В., Дерев'яно І.В., Шепетяк Є.О., Мацишин В.Г., Петренко М.С.	49
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ІНТЕГРАЦІЇ ПРОЦЕСІВ БЕЗПЕРЕРВНОГО ЛИТТЯ ТА ПРОКАТКИ У МОДУЛЬНИХ МЕТАЛУРГІЙНИХ СИСТЕМАХ Ціколія А.З., Кононов Д.О.	54
ХАРАКТЕРИСТИКА ВУГЛЕЦЕВИХ ВІДНОВНИКІВ ДЛЯ ВИПЛАВКИ ФЕРОСИЛІЦІУ З ПІДВИЩЕНИМ ВМІСТОМ КРЕМНІЮ Кравченко В.П., Гладких В.А., Рубан А.В., Малий Є.Д.	59

STRENGTHENING OF DETAILS OF HEAT EXCHANGERS IN FOOD PRODUCTION BY ELECTROCHEMICAL DEPOSIT IN A LOW INDUCTION MAGNETIC FIELD Kovalyov S.V., Mishchenko V.I.	163
IMPROVING THE METHODOLOGY FOR DETERMINING THERMOPHYSICAL QUANTITIES OF THIN FILMS DEPOSITED ON A BASE METAL Kovalyov Stanislav, Kozlov Yaroslav	168
CONTROL OF IN VITRO SOLUBILITY OF BIOACTIVE GLASS BY GRAVIMETRIC METHOD Makedonska-Bilykh O.M., Khomenko O.S.	173
INNOVATIVE POLYMER IONIC LIQUIDS AND IONENE-TYPE IONIC LIQUIDS Sverdlikovska O.S., Potapchuk M.O.	178
SYNTHESIS AND PROPERTIES OF RADIOTRSPARENT CORDIERITE CERAMICS MODIFIED WITH MgO – Al ₂ O ₃ – B ₂ O ₃ – SiO ₂ GLASS Zaichuk O.V., Kalishenko Yu.R., Amelina O.A., Hordieiev Yu.S.	183
SECTION 4. IT-DIGITAL TRANSFORMATION IN PRODUCTION	188
INDUSTRIAL AI AND DIGITAL TRANSFORMATION OF UKRAINIAN INDUSTRY: STATUS, CHALLENGES AND PRACTICAL CASES Ochkasov O.B.	188
THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGY AND THE DEVELOPMENT OF NEW METHODS FOR SELECTING THE RATIONAL COMPOSITION OF METALLURGICAL SLAGS Dmytro Stepanenko, Daria Togobitska, Ganna Stovpchenko, Liudmyla Lisova	193

ІННОВАЦІЙНІ ПОЛІМЕРНІ ІОННІ РІДИНИ ТА ІОННІ РІДИНИ ІОНЕНОВОГО ТИПУ

Свердліковська О.С. Навчально-науковий інститут «Український державний хіміко-технологічний університет» Українського державного університету науки і технології, Дніпро, Україна, o.sverdlikovska@gmail.com

Потапчук М.О., Навчально-науковий інститут «Український державний хіміко-технологічний університет» Українського державного університету науки і технології, Дніпро, Україна

Анотація. Удосконалено спосіб синтезу полімерних іонних рідин та іонних рідин іоненового типу. Доведено перспективність застосування не розривної схеми «полімер–мономер» при створенні полімерних іонних рідин. Встановлено кореляційні залежності між температурою, хімічною будовою полімерних іонних рідин іоненового типу на основі тетрагідро-1,4-оксазину та їх іонною провідністю і температурою склування, що підтверджено кореляційними рівняннями і пояснено їх хімічну природу. Розроблено практичні рекомендації вирішення науково-прикладної проблеми створення нових полімерних іонних рідин та іонних рідин іоненового типу з високою іонною провідністю зі збереженням їх рідкого стану у широкому діапазоні температур для вирішення нагальних проблем хімічної технології.

Ключові слова: полімерні іонні рідини, іонні рідини, синтез, іонна провідність, температура склування.

INNOVATIVE POLYMER IONIC LIQUIDS AND IONENE-TYPE IONIC LIQUIDS

O.S. Sverdlikovska, Educational and Scientific Institute «Ukrainian State University of Chemical Technology» Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine, o.sverdlikovska@gmail.com

M.O. Potapchuk, Educational and Scientific Institute «Ukrainian State University of Chemical Technology» Ukrainian State University of Science and Technology, Dnipro, Ukraine

Keywords: polymeric ionic liquids, ionic liquids, synthesis, ionic conductivity, glass transition temperature.

Вступ та Мета. В умовах стрімкого розвитку пріоритетності екологічної складової суспільного розвитку розробка нових полімерних іонних рідин з високим рівнем іонної провідності наразі набувають особливої актуальності. Нагальними проблемами цього напрямку є збереження рідкого стану у широкому діапазоні температур та зменшення собівартості іонних рідин. Існуючі іонні рідини знаходять широке використання в якості компонентів рідких і полімерних електролітів для електрохімічних пристроїв, екстрагентів, розчинників і каталітичних середовищ в органічному синтезі та синтезі полімерів, тощо. Серед полімерних матеріалів сучасної індустрії високомолекулярних сполук особливу увагу приділяють полііоненам, що обумовлено їх ефективним застосуванням у різних галузях хімії та хімічної технології, у тому числі як іонні рідини.

Попередні дослідження [1-3] присвячені вирішенню актуальних наукових проблем, а саме розробці нових полімерних іонних рідин та іонних рідин іоненового типу на основі тетрагідро-1,4-оксазину з високою іонною провідністю, які зберігають рідкий стан у широкому діапазоні температур, що в свою чергу дозволяє розширити області застосування таких сполук.

Тому є підстави вважати, що актуальними слід вважати дослідження, спрямовані на встановлення закономірностей синтезу нових полімерних іонних рідин іоненового типу на основі четвертинних морфолінієвих солей з низькою температурою склування та високою іонною провідністю. Реалізація стратегічного напрямку удосконалення науково-методичного підходу отримання полімерних іонних рідин та іонних рідин рідкого агрегатного стану у широкому діапазоні температур здійснюється шляхом використання доступної сировини вихідних мономерів із різними функціональними групами, варіювання будови та молекулярної маси полімерів, а також прогнозованої оцінки впливу природи радикалів біля атома Нітрогену макромолекули полімерних іонних рідин іоненового типу на об'єктах синтезованих іонних мономерів з різними органічними катіонними частинами. Аналіз досліджень [4] показав, що на теперішній час не існує єдиної концепції керованого синтезу полімерних іонних рідин. Тому актуальним слід також вважати дослідження, спрямовані на встановлення залежностей фізико-хімічних властивостей полімерних іонних рідин та іонних рідин, відмінних природою заряду їх макромолекули, типом катіону, ступенем делокалізації і розміру аніонів, рухливістю іонних центрів і зовнішніх факторів для прогнозування можливості ефективного вирішення нагальних науково-технічних проблем хімічної технології. Отримані результати дозволять сформулювати нові гіпотези і теорії існуючих уявлень наукового напрямку у сфері іонних рідин.

Проведені у даній роботі дослідження ставили за мету сформулювати рекомендації для розробки нових полімерних іонних рідин іоненового типу на основі тетрагідро-1,4-оксазину з високою іонною провідністю в широкому інтервалі температур, обумовлені обґрунтованим вибором структурно-хімічних характеристик носіїв іонних рідин, які забезпечують їх високу ефективність у різних сферах практичних застосувань і дозволяють визначити оптимальні режими роботи іонних рідин у технологічних системах.

Для досягнення поставленої мети вирішувались наступні задачі: визначити вплив будови замісників при четвертинному атомі Нітрогену, розміру молекули, кількості зарядів і відстані між атомами четвертинного Нітрогену в ланцюзі макромолекули полімерних іонних рідин іоненового типу на основі тетрагідро-1,4-оксазину на їх іонну провідність і температуру склування; навести залежності між хімічною будовою полімерних іонних рідин іоненового типу, температурою на їх технологічно важливі параметри.

Методика. У роботі отримано новий тип моно-, димерних і полімерних іонних рідин іоненового типу на основі тетрагідро-1,4-оксазину.

Синтез іонних рідин іоненового типу здійснювали взаємодією третинних амінів на основі тетрагідро-1,4-оксазину з галогенопохідними. Реакцію отримання іонних рідин іоненового типу проводили при температурі 50-60°C протягом 10-12 годин. На стадії утворення цільових іонних рідин іоненового типу здійснювалася кватернізація третинного

аміну з галогенопохідними. Встановлено, що мономерні іонні рідини іоненового типу утворюються з високими виходами ~75-98%.

Синтез димерних іонних рідин іоненового типу проводили за реакцією еквімолекулярних кількостей третинних діамінів на основі похідних тетрагідро-1,4-оксазину з галогенопохідними на основі монофункціональних епоксидованих сполук за температури 50-60°C протягом 10 годин. Встановлено, що димерні іонні рідини іоненового типу утворюються з високими виходами ~68-97%.

Синтез полімерних іонних рідин іоненового типу здійснено за реакцією Меншуткіна, яка відбувається за механізмом (S_N2) бімолекулярного нуклеофільного заміщення у різних розчинниках.

Дослідження іонної провідності, температури склування полімерних іонних рідин іоненового типу проводили з використанням кондуктометрії, диференційно-скануючої калориметрії. Порівняльний аналіз впливу хімічної будови полімерних іонних рідин іоненового типу на їх іонну провідність здійснювали за результатами дослідження в діапазоні температур від 15 до 50°C.

Результати та їх обговорення. Результати проведених досліджень є доцільними з практичної точки зору і дозволяють обґрунтовано підходити до удосконалення методології синтезу полімерних іонних рідин іоненового типу з високою іонною провідністю зі збереженням їх рідкого стану у широкому діапазоні температур. Спосіб синтезу полімерних іонних рідин іоненового типу полягає у взаємодії отриманих третинних діамінів і дигалогенідів. Синтез полімерних іонних рідин іоненового типу проводили у розчиннику змінного складу етанол–вода при початковому співвідношенні 70:30 за температури 50°C протягом 20 годин. Реакцію проводили у гомогенному середовищі: додавали суміш етанол–вода зі вмістом етанолу – 30 об.% для полімерних іонних рідин іоненового типу з меншою густиною заряду в ланцюзі полімеру і 50 об.% для полімерних іонних рідин іоненового типу з більшою густиною заряду в ланцюзі полімеру. Враховуючи суттєву роль конформаційного фактору зростаючого ланцюга макромолекули полііонену в реакційному середовищі, ці дії необхідно повторювати до припинення осадження полімеру. Згідно з існуючими уявленнями: у випадку, коли у реакційній суміші полімер випадає в осад, його макромолекула знаходиться у стані клубка, тобто зі збільшенням ступеня перетворення реакції зменшується розчинність продукту зростання ланцюга полімеру і їх реакційна здатність; при додаванні суміші етанол–вода (збільшується діелектрична проникність реакційного середовища), у якій полімер розчиняється, його макромолекула знаходиться у розгорнутому стані, активні кінцеві функціональні групи знаходяться на поверхні клубка полімеру і доступні для реакції зростання ланцюга полімеру, тобто до збільшення швидкості реакції утворення полімеру з більшою молекулярною масою. Початкова концентрація вихідних мономерів для отримання полімерних іонних рідин іоненового типу з найбільшою молекулярною масою, які містять радикали аліфатичної будови, складає 0,3 моль/л, а для полімерних іонних рідин іоненового типу найбільшою молекулярною масою, які містять радикали алкілароматичної будови, – 0,6 моль/л.

У роботі показано, що синтезовані полімерні іонні рідини та іонні рідини іоненового типу на основі похідних тетрагідро-1,4-оксазину з іонною провідністю $\sim 10^{-1}$ – 10^{-5} См·см⁻¹

у діапазоні температур склування $-143^{\circ}\text{C} \div -25^{\circ}\text{C}$ мають більшу на п'ять порядків іонну провідність у порівнянні з відомими світовими аналогами на основі полімерних іонних рідин ($s=10^{-6}-10^{-10} \text{ См}\times\text{см}^{-1}$; $T_m = -8 \div 80^{\circ}\text{C}$) [5], що дозволяє доповнити ряд існуючих ефективних полімерних іонних рідин та їх низькомолекулярних аналогів іоненового типу сполуками з більш високим рівнем іонної провідності у діапазоні -143°C до $+350^{\circ}\text{C}$. Доцільним з практичної точки зору було попереднє визначення впливу природи радикалів біля функціонального центру димерних іонних рідин іоненового типу, що дозволило сформулювати рекомендації для розробки нових полімерних сполук з високою іонною провідністю, що підтверджується встановленими аналогічними залежностями між температурою, замісниками при четвертинному атомі Нітрогену та іонною провідністю іонних рідин.

Узагальнення встановлених результатів даних досліджень може бути сформульовано у вигляді наступного тезису:

1. Зі зменшенням в'язкості розчинів полімерів, їх температури склування та збільшенням температури іонна провідність полімерних іонних рідин іоненового типу зростає. Така залежність пояснюється комплексом внутрішньо- та міжмолекулярних взаємодій макромолекули полімеру.

2. Введення алільних і оксиетиленових груп до бензилових і дибензилових фрагментів при функціональному центрі макромолекули полімерних іонних рідин іоненового типу ланцюг макромолекули полімеру такої будови є більш розгорнутим, що забезпечує більшу жорсткість) приводить до збільшення іонної провідності при низькій температурі склування.

3. Заміщення $-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ містка на групу $-\text{O}-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-$ у радикалі катіонної частини полімерних іонних рідин іоненового типу спричиняє зменшення іонної провідності, ймовірно, внаслідок збільшення просторових ускладнень.

4. Введення до основного ланцюга макромолекули полімерних іонних рідин іоненового типу радикала алкілароматичної будови збільшує її іонну провідність порівняно з полімером аліфатичної будови. Очевидно це зумовлено «розпушенням» пакування полімерного ланцюга із замісником алкілароматичної будови за рахунок більшої жорсткості макромолекули полімеру, яка більш розгорнута порівняно з полімером, який містить замісники аліфатичної будови.

5. Зі зменшенням відстані між атомами кватернізованого Нітрогену в макромолекулі полімеру іонна провідність полімерних іонних рідин іоненового типу збільшується.

6. Зі збільшенням розміру макромолекули полімеру іонна провідність полімерних іонних рідин іоненового типу зменшується, а температури склування зростає. Така залежність іонної провідності від молекулярної маси полімерних іонних рідин іоненового типу на основі тетрагідро-1,4-оксазину підтверджується кореляційним рівнянням $S = -0,015 \cdot 10^{-5} M + 638,8$, $r=0,998$. Це обумовлено зменшенням лінійності макромолекули полімеру за рахунок зростання кількості зарядів у ланцюзі та просторових перешкоджань, що приводить до зменшення рухливості носіїв заряду.

Висновки. Розроблено теоретичні основи синтезу нових полімерних матеріалів і їх мономерних аналогів – іонних рідин на основі тетрагідро-1,4-оксазину шляхом

прогнозування взаємозв'язку «синтез–структура–властивості», що є підґрунтям створення методології одержання матеріалів з високим рівнем властивостей. Подальшого розвитку набули наукові уявлення щодо полімерних іонних рідин іоненового типу внаслідок встановлених залежностей іонної провідності цих сполук від температури, природи замісників при четвертинному атомі Нітрогену, кількості четвертинних амонієвих груп у радикалі катіона, довжини ланцюгу макромолекули, які підтверджено кореляційними рівняннями. Завдяки встановленим аналітичним залежностям стає можливим узагальнити теорії існуючих знань обґрунтованого вибору структурно-хімічних характеристик носіїв для вирішення науково-прикладної проблеми розробки полімерних іонних рідин та іонних рідин іоненового типу на основі тетрагідро-1,4-оксазину з високою іонною провідністю зі збереженням їх рідкого стану в широкому діапазоні температур.

Бібліографічний список

1. *Свердліковська, О.С.* Полімерні четвертинні амонієві солі та їх аналоги – перспективні іонні рідини. – Дніпропетровськ, 2014. – 264 с.
2. *Sverdlikovs'ka O., Burmistr M., Chervakov O.* Perspective of ionic liquids based on polymeric quaternary salts of ammonium (derivates morpholine) // *European Applied Sciences*. – 2014. – № 10. – P.109-112.
3. *Свердліковська О.С., Бурмістр М.В., Феденко О.А.* Апротонні полімерні іонні рідини іоненового типу // *Наука Технології Інновації*. – 2018. – №2 (6). – P.61-70.
4. *Tomasz Tuzimski, Anna Petruczynik.* Ionic Liquids Applied to Extraction of Xenobiotics from Food, Environmental, and Biological Samples and for Analysis by Liquid Chromatography // *Journal of AOAC INTERNATIONAL* – 2019. – Vol.102, Issue 1. – P.3-22.
5. *Yoshizawa M., Narita A., Ohno H.* Ionic liquids for promising ion-conducting polymers // *Australian J. Chem.* – 2004. – № 2 (57). – P.139-144.

Наукове видання

Загальна редакція Ю. С. Пройдака, О. В. Жаданоса

**ІННОВАЦІЇ В МЕТАЛУРГІЇ І СУМІЖНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ГАЛУЗЯХ ДЛЯ
ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ І СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

МАТЕРІАЛИ МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

Електронне видання

Відповідальні за випуск: Пройдак Ю. С., Жаданос О. В.
Комп'ютерна верстка та дизайн: Жаданос О. В.

*Відповідальність за достовірність інформації, представленої в збірнику,
несуть автори*

Видавець: Український державний університет науки і технологій
вул. Лазаряна, 2, ауд. 2216, ауд. 263 (наукова бібліотека)
м. Дніпро, 49010.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7709 від 14.12.2022