

Збільшення кількості електротранспорту посилює проблему пікових навантажень, особливо у вечірні години, що може призвести до перевантаження мережевої інфраструктури, збільшення витрат електроенергії та необхідності модернізації електромереж [2].

Одним із ефективних рішень для запобігання негативному впливу електротранспорту на енергосистему є впровадження інтелектуальної системи управління заряджанням. За допомогою цих систем можна:

- Рівномірно розподіляти навантаження за рахунок гнучкого графіка заряджання, що враховує стан мережі, тарифні зони та інші фактори.
- Використовувати динамічне ціноутворення, яке стимулює заряджання в періоди низького навантаження (наприклад, у нічні години).
- Інтегрувати відновлені джерела енергії для компенсації пікових навантажень та зниження споживання енергії з традиційної електромережі.
- Реалізувати технологію Vehicle-to-Grid (V2G) [3], яка дозволяє електромобілям виступати як буферні накопичувачі енергії та віддавати електроенергію в мережу в періоди високого споживання.

Запровадження таких рішень сприятиме підвищенню енергоефективності зарядної інфраструктури, зниженню навантаження на електромережі та забезпеченню стабільної роботи енергосистеми при збільшенні частки електротранспорту.

#### Список використаних джерел

1. ДТЕК. Розвиток електротранспорту в Україні – [www.dtek.com](http://www.dtek.com)
2. Формування технологічних структур енергонезалежних громад : монографія / за заг. ред. В. В. Каплуна / Національний університет біоресурсів і природокористування України ; Інститут загальної енергетики НАН України. – Одеса : Видавничий дім «Гельветика», 2024. – 312 с.
3. Pulkit Kumar, Harpreet Kaur Channi, Raman Kumar, Asha Rajiv, Bharti Kumari, Gurpartap Singh, Sehijpal Singh, Issa Farhan Dyab, Jasmina Lozanović, A comprehensive review of vehicle-to-grid integration in electric vehicles: Powering the future, Energy Conversion and Management: X, Volume 25, 2025

**УДК 621.385.2-035**

## ВИКОРИСТАННЯ ОРГАНІЧНИХ ДЮДНИХ СТРУКТУР В СВІЛОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

**Немченко Юрій Владиславович,**

кандидат педагогічних наук,

Український державний університет імені Михайла Драгоманова

E-mail: [Nemchenko@udu.edu.ua](mailto:Nemchenko@udu.edu.ua)

Сучасна цивілізація, намагаючись збільшити світловий день, упродовж багатьох століть активно шукала технології, які б забезпечили якісне освітлення життєвого простору. Наукові винаходи, які відкрили можливості використовувати електричну енергію, призвели до кардинальних змін у світлотехнічних системах. Штучні джерела світла, можна вважати, беруть свій початок з винаходу Т. Едісона електричної лампи, яка в якості тіла розжарення використовувала нитку виготовлену із волокон бамбука, які розміщувались в герметичній колбі з якої відкачано повітря. Конструкція лампи була достатньо технологічною, що дозволило організувати промислове виробництво. Намагаючись збільшити термін роботи

таких ламп, дослідники експериментували з різними тугоплавкими металами для встановлення оптимального матеріалу для нитки розжарення. В результаті з 1906 року розпочався промисловий випуск ламп, нитка розжарення яких виготовлялась з вольфраму. З 1913 р. колбу лампи почали наповнювати інертним газом, а нитка розжарення отримала спіральну форму, що збільшило тривалість роботи лампи.

За результатами досліджень властивостей електричних розрядів в газовому середовищі, американський інженер Ф. Мур у 1893р. запропонував конструкцію трубок, які світяться. У кінці 30-х років XX століття за результатами досліджень створено джерела світла імпульсного типу. Однак, незважаючи на високий коефіцієнт корисної дії газорозрядні лампи не знайшли широкого використання в системах освітлення, оскільки мали лінійчатий спектр випромінювання, що сприяло спотворенню сприйняття кольорів. Застосування в газорозрядних лампах люмінофору дозволило перетворити ультрафіолетовий спектр випромінювання у видиме світло з неперервним світловим потоком. Це дозволило поряд із лампами розжарення широко використовувати і лампи люмінесцентного типу. Висока ефективність, більший термін служби, та технологічність конструкції сприяли організації високомеханізованого виробництва та широкому використанню ламп.

У 1959 році у лампах розжарення замінили звичайне скло колби на кварцове, а в колбу додали галогени. Це сприяло формуванню процесу зворотного переносу часток вольфраму, який випаровувався до нитки розжарення, що збільшило її міцність, прозорість та підвищило коефіцієнт корисної дії.

Кінець XX і початок XXI століть характеризувався швидкими темпами зростання вартості енергії. В Україні на освітлення витрачається приблизно 16% загального споживання електроенергії, що становить близько 29 млрд кВт·год на рік. Це співмірно з показниками розвинених країн, але ефективність використання електроенергії залишається низькою через значну частку застарілих джерел світла, таких як лампи розжарення та люмінесцентні лампи [3, 154].

Поява білих світлодіодів та доступність технології для їх виробництва стало найбільшою технологічною революцією в розвитку джерел світла. В 1996 році японськими вченими фірми Нісія винайдено доступний спосіб виробництва світлодіодів з синім, а потім з білим випромінюванням, що стає переломним моментом в історії розвитку джерел світла. Вже приблизно через 10 років всі виробники світлотехнічного обладнання виробляли напівпровідникові джерела світла і розробляли на їх основі світлові прилади. Остаточне визнання світлодіодів, як безальтернативної технології в освітленні приходить в 2014 році, коли розробники Усака Акасаки, Сюдзи Накамур, Хірони Аmano отримують Нобелівську премію [4, 16].

Якщо узагальнити тенденції виробництва світлотехнічного обладнання на етапі переходу з розрядних до напівпровідникових джерел світла, то можна констатувати, що галузь виробництва світлових приладів перегрупувалась з акцентом на електронне виробництво. Зміна виробничих технологій суттєво вплинула на ринок світлотехнічного обладнання. Структура ринку світлодіодної світлотехнічної продукції розподілилася між споживачами таким чином: 44 % – освітлення житлово-комунального господарства; 16 % – промислове і зовнішнє освітлення; 15 % – архітектурне освітлення; 13 % – освітлення об'єктів торгівлі; 12 % - офісне та адміністративне освітлення [4, 17]. Кожен з сегментів характеризується специфічними особливостями використання, вимогами до дизайну, функціоналу та параметрів за світлотехнічними характеристиками.

Узагальнюючи проведені дослідження, можна зробити такі перші висновки:

- напівпровідникові джерела світла у виробництві освітлювального обладнання стали домінуючою технологією, яка і далі залишатиме за собою лідируючі позиції;
- виробництво напівпровідникових світильників з використанням LED-технологій кардинально змінило принципи функціонування галузі сформувавши передумови для конкуренції виробників.

З початку 1960-х рр. мікроелектроніка ґрунтувалася виключно на неорганічних матеріалах: кремній, нітрид галію, арсенід галію, металеві провідники з алюмінію або міді, різні діелектрики (діоксид кремнію). Водночас не припинялася дослідницька робота зі створення органічних матеріалів – полімерів і олігомерів, а також гібридних органічно-неорганічних сполук, які можна було б використовувати в якості джерел світла. Чин Тенг і Стів Ван Слайк ще в 1987 році опублікували статтю «Organic electroluminescent diodes» (OLEDs) [5], в якій описано новий клас тонкоплівкових пристроїв на базі органічних матеріалів, які володіють електролюмінесцентними властивостями і помітно перевершують все, що було створено в цій області раніше. Підвищений інтерес до органічних напівпровідників пов'язаний, в першу чергу, з порівняно простою технологією виготовлення і низькою вартістю.

На сьогодні уже на базі органічних напівпровідників створені польові транзистори, елементи сонячних панелей, випромінювальні діоди. Зазвичай вони складаються з кількох шарів тонких органічних плівок, які напиляються методом парового осадження. У базовій двошаровій конфігурації шар, який переносить дірки, контактує з люмінесцентним шаром. Інжекція дірок здійснюється за допомогою електрода з оксиду індію-олова, тоді як інжекція електронів досягається за допомогою сплаву з низькою роботою виходу, такого як магній-срібло (Mg:Ag). Рекомбінація електрон-діркових пар відбувається переважно на межі розподілу між органічними шарами, що призводить до електролюмінесценції, характерної для люмінесцентного матеріалу.

OLED характеризуються високою ефективністю, яскравістю та здатністю відтворювати яскраві кольори. Ці напівпровідники здатні випромінювати світловий потік всією поверхнею плівки, а не точково, як у неорганічних світлодіодах. Інша позитивна риса OLED світлодіодів – це формування м'якого незасліплюючого стабільного та рівномірного світла.

Сьогодні ці матеріали використовуються в технологіях відображення, включаючи смартфони, телевізори та освітлювальні прилади; у медичному обладнанні, зокрема для освітлення операційних приміщень. Крім того, OLED-екрани відкривають нові можливості для дизайнерів (надтонкі дисплеї, які можна непомітно розташовувати на різних покриттях великої площі або складних рельєфних поверхнях).

Однак широке застосування технології нашоується на ряд проблем, серед яких – довговічність та стійкість до атмосферних впливів. Сучасні дослідження спрямовані на підвищення стабільності матеріалів та підвищення їх ефективності. В ідеалі, органічний світловипромінювальний пристрій це світловипромінюючий діод, принцип роботи якого полягає в подачі на анод позитивної напруги, що приводить в рух електрони від катода до анода (катод віддає електрони в випромінюючий шар). У той же час з провідного шару електрони переходять до анода. Іншими словами, анод передає провідному шару носії позитивного заряду, так звані дірки. Дірки і електрони починають рух назустріч один одному і, внаслідок їх рекомбінації, виділяється енергія у вигляді кванта світла. Таким чином електрична енергія перетворюється на енергію світла.

Наразі час технологія органічних світлодіодів активно використовується у виробництві дисплеїв, які найближчим часом замінять рідкокристалічні. Згідно з прогнозами, обсяги ринків збуту зростатимуть в геометричній прогресії, а палітра продуктів буде охоплювати різні сфери від автомобільних фар і дисплеїв для різноманітних гаджетів і приладів до ліхтарів вуличного освітлення. Органічні світлодіоди не випадково називають "світлом майбутнього", оскільки вони не засліплюють очі, практично не виділяють тепло, а світло у них стабільне та рівномірне. Крім того, OLED-екрани відкривають і нові можливості для дизайнерів.

#### Список використаних джерел

1. Rajan Singh, Pulkit Singh, B. Sridhar and G. Kaushik (2024). Characteristics Study of OLED Materials Publishing under license by IOP Publishing Ltd. DOI:10.1088/1742-6596/2837/1/010231 URL:

[https://www.researchgate.net/publication/326028799\\_httpiopscienceioporgarticle1010881742-659610431012003](https://www.researchgate.net/publication/326028799_httpiopscienceioporgarticle1010881742-659610431012003)

2. Якубінська, Л.Г. Органічні світлодіоди – світло майбутнього URL: <http://ela.nati.org.ua:8080/xmlui/handle/123456789/598> Дата: 2015-03
3. Беляєв С. В. Проблематика нормативів освітлення в Україні / С. В. Беляєв, А. О. Глечик // Мехатронні системи: інновації та інжиніринг : тези доповідей II-ої Міжнар. наук.-практ. конф. (15 червня 2018 р., м. Київ) / відп. за вип. М. А. Зенкін. - Київ: КНУТД, 2018. - С. 154-155. URL: <https://er.knutd.edu.ua/handle/123456789/9737>
4. Кумчик О. В. Вплив розвитку світлодіодних джерел світла на технології виробництва та просування світлотехнічного обладнання. Основні тренди ринку LED-освітлення / О. В. Кумчик // Матеріали VII Міжнародної науково-технічної конференції „Світлотехніка й електроенергетика: історія, проблеми, перспективи“, 29-31 травня 2024 року. — Т. : ТНТУ, 2024. — С. 16–17. — (Пленарні доповіді). URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/45429>
5. C. W. Tang; S. A. VanSlyke Organic electroluminescent diodes Special Collection: [APL Classic Papers](#) URL: <https://doi.org/10.1063/1.98799>

**УДК 621.314**

## **МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ СИЛОВОЇ УСТАНОВКИ ЕЛЕКТРОМОБІЛЯ З УРАХУВАННЯМ ТЕМПЕРАТУРНОЇ СКЛАДОВОЇ**

**Петренко Олександр Миколайович,**  
доктор технічних наук, професор  
**Гетья Андрій Миколайович,**  
аспірант

Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова  
E-mail: [Andrii.Hetia@kname.edu.ua](mailto:Andrii.Hetia@kname.edu.ua)

Забезпечення потрібної робочої температури елементів силової установки, зокрема складових елементів тягової батареї та інвертора є невід’ємною складовою їх нормального функціонування під час експлуатації транспортного засобу. Відхилення температури, наприклад складових елементів тягової батареї від так званої комфортної температури може критично відбитися на експлуатаційних показниках батареї, а перевищення допустимої експлуатаційної температури елементів двигуна таких як постійні магніти, ізоляційні заливальні та просочувальні матеріали може призвести до виходу з ладу тягового двигуна що в свою чергу унеможливить нормальне використання транспортного засобу за призначенням. Що може привести до катастрофічних наслідків в наслідок виходу з ладу обладнання транспортного засобу. Це пов’язано, зокрема для батареї з тим що процес накопичення та віддачі електроенергії у кожного елемента живлення та їх сумісна робота в акумуляторної батареї безпосередньо залежить від робочої температури кожного елемента.

Температура впливає на характеристики електродвигуна, інвертора та батареї суттєво змінюючи їх.

Під час зростання температури зростає опір обмотки електродвигуна та ключів інвертора, через які відбувається підключення фаз обмотки до живлення, а також опір зворотного діода що працює з фазою яка від’єднується від живлення.

Також підвищена температура впливає на магнітну індукцію на поверхні постійного магніту ротора тим самим зменшуючи магнітний потік і змінюючи жорсткість механічної характеристики електродвигуна.