

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**  
**ІНСТИТУТ ФІЛОСОФІЇ ім. Г. СКОВОРОДИ НАН УКРАЇНИ**  
**НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. М. ДРАГОМАНОВА**  
**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ» ім. І. СІКОРСЬКОГО**



# **ЛЮДИНА, СУСПІЛЬСТВО, КОМУНІКАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ**

**МАТЕРІАЛИ XII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«ЛЮДИНА, СУСПІЛЬСТВО, КОМУНІКАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ»**

**м. Харків, 25 жовтня 2024 р.**

**Харків  
2024**

УДК 316.05

Л 93

*Затверджено до друку Вченою радою Українського державного університету залізничного транспорту (протокол № 8 від 25.10.2024 р.)*

**Головні редактори:**

**Панченко С. В.**, доктор технічних наук, професор, академік Транспортної академії України, в. о. ректора Українського державного університету залізничного транспорту

**Андрущенко В. П.**, доктор філософських наук, професор, член-кореспондент НАН України, академік Національної академії педагогічних наук України, заслужений діяч науки і техніки України, ректор Національного педагогічного університету ім. М. Драгоманова

**Редакційна колегія:**

**Абашинік В. О.**, д-р філос. наук, професор

**Вельш Вольфганг**, габілітований доктор філософії, професор

**Каграманян А. О.**, канд. техн. наук, доцент

**Коростельов Є. М.**, канд. техн. наук, доцент

**Лях В. В.**, д-р філос. наук, професор

**Новіков Б. В.**, д-р філос. наук, професор

**Панченко В. В.**, канд. техн. наук, доцент

**Соломніков І. В.**, канд. екон. наук, доцент

**Толстов І. В.**, канд. філос. наук, доцент

Людина, суспільство, комунікативні технології: матеріали XII Міжнар. наук.- практ. конф. 25 жовтня 2024 р. / відп. за випуск І. В. Толстов. — Харків: УкрДУЗТ, 2024. — 217 с.

УДК 316.05

Для забезпечення стабільної роботи привода клапанів необхідно дотримуватися умов безрозривної роботи кінематичного кола привода. Це передбачає врахування найбільших рівнів додатних і від'ємних прискорень штовхача, оскільки вони безпосередньо впливають на динамічну стійкість системи та її здатність швидко адаптуватися до змінних умов роботи. Довжина ділянки додатних прискорень має бути оптимізованою, щоб забезпечити плавність роботи привода та зменшення коливань, які можуть призвести до вібрацій і передчасного зношування елементів. Важливою є форма кривої, яка визначає зміну прискорень штовхача, оскільки від цього залежить характер навантажень на контактні поверхні. Забезпечення безрозривної роботи механізму сприяє більш тривалій службі вузлів і зниженню ризику відмови.

Отже, отримання оптимізованого профілю кулачків привода впускних і випускних клапанів є важливим етапом у розробленні механізму газорозподілу для форсованих транспортних енергетичних установок. Урахування всіх конструкційних, технологічних і динамічних вимог дає змогу забезпечити високий рівень надійності та ефективності їхньої роботи. Точне профілювання кулачків сприяє зниженню втрат енергії, підвищенню коефіцієнта корисної дії та довговічності системи, що забезпечує конкурентоспроможність транспортних засобів із форсованими енергетичними установками. Важливим є також екологічний аспект, адже ефективна робота двигуна дає змогу знизити викиди шкідливих речовин, що відповідає сучасним вимогам щодо екологічності транспортних засобів.

*МАСЛИЙ А. С., канд. техн. наук, доцент,  
ЗІНЧЕНКО О. Є., канд. техн. наук, доцент,  
СУШКО Д. Л., канд. техн. наук, доцент,*

*Український державний університет залізничного транспорту,  
м. Харків, Україна*

## **ІННОВАЦІЙНІ ПІДХОДИ ДО МАСШТАБУВАННЯ ПЕРОВСКІТНИХ СОНЯЧНИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ЩЕЛЕВОГО ПОКРИТТЯ**

Перовскітні сонячні елементи (PSC) набувають дедалі більшого значення у фотовольтаїчній індустрії завдяки своїм унікальним властивостям: високій фотоелектричній ефективності та низькій вартості виробництва. Важливою складовою впровадження PSC є масштабування їхнього виробництва для комерційних цілей, де головну роль відіграє щелеве покриття, яке дає змогу контролювати товщину плівки та прийнятне для великогабаритного

виробництва. Проте одним із головних викликів залишається зниження ефективності елементів із збільшенням активної площі, що суттєво стримує їхню комерціалізацію. Щоб вирішити цю проблему, необхідно досліджувати і вдосконалювати методи нанесення, такі як щелеве покриття, для отримання великих, рівномірних та ефективних PSC.

Перовскітні сонячні елементи виготовляють за допомогою різних методів нанесення тонких плівок. Одним із найбільш перспективних є щелеве покриття, що дає змогу наносити рівномірні перовскітні шари на великі площі. Цей метод поєднує високу точність контролю товщини та сумісність із рулонними технологіями виробництва, що робить його ідеальним для масштабування [1].

Дослідження [2] присвячене розвитку та оптимізації процесів щелевого нанесення для великих площ PSC. Увага зосереджена на використанні різних розчинників для досягнення рівномірного розподілу матеріалу на поверхні підкладки, що призвело до покращення якості плівки та збільшення ефективності перетворення енергії до понад 21 % на невеликих площах. Важливим етапом було використання стратегічного змішування розчинників із різними температурами кипіння, що дало змогу досягти кращої кристалізації перовскіту під час нанесення. Ці результати продемонстрували, що, незважаючи на труднощі масштабування, точний контроль параметрів нанесення може забезпечити високі показники ефективності на великих площах.

Дослідження у сфері застосування щелевого покриття [3] також показали, що важливим аспектом є вибір додаткових матеріалів, таких як домішки та розчинники. Наприклад, введення спеціальних добавок у процес щелевого покриття підвищило якість кристалів перовскіту, зменшило кількість дефектів у плівці та покращило стабільність сонячних елементів. Зокрема, додавання калійного тіоціанату (KSCN) сприяло зростанню більших кристалів перовскіту та підвищило ефективність пристроїв до 21,38 %.

Інше важливе дослідження [4] було зосереджено на вирішенні проблеми нестабільності перовскітних елементів під впливом навколишнього середовища. Використання газового загартування та підігріву підкладки під час нанесення перовскітної плівки дало змогу значно покращити стабільність пристроїв. Завдяки такому підходу вдається отримати густі плівки з покращеними оптичними та електричними властивостями для підвищення довговічності PSC.

Проведені дослідження показують, що технологія щелевого покриття є перспективним напрямом для масштабування перовскітних сонячних елементів, особливо завдяки можливості досягнення високої ефективності на великих площах. Одним із головних підходів є використання додаткових матеріалів, таких як калійний тіоціанат (KSCN), що сприяє зростанню більших кристалів перовскіту, що призводить до покращення якості плівки та підвищення

ефективності пристроїв до 21,38 % [5]. Також перспективним є застосування сумішей розчинників із різними температурами кипіння, наприклад, 2-метоксиетанолу (2-МЕ) та ацетонітрилу (ACN), що дає змогу досягти рівномірної кристалізації та покращити продуктивність PSC. Важливу роль відіграють методи газового загартування та підігріву підкладки, що допомагають зменшити кількість дефектів і підвищити довговічність сонячних елементів.

Отже, подальша оптимізація процесів щелевого нанесення та використання інноваційних матеріалів покращить стабільність і продуктивність PSC, зробивши їх привабливим рішенням для широкого комерційного впровадження. Ці технології мають потенціал кардинально змінити ринок відновлюваної енергетики, пропонуючи гнучкі, ефективні та доступні рішення для виробництва енергії.

#### Список використаних джерел

1. Le T. S., Saranin D., Gostishchev P., Ermanova I., Komaricheva T., Luchnikov L., Muratov D., Uvarov A., Vyacheslavov E., Mukhin I. et al. All-Slot-Die-Coated Inverted Perovskite Solar Cells in Ambient Conditions with Chlorine Additives. *Sol. RRL*. 2022, 6, 2100807.
2. Rana P. J. S., Febriansyah B., Koh T. M., Muhammad B. T., Salim T., Hooper T. J. N., Kanwat A., Ghosh B., Kajal P., Lew J. H. et al. Alkali Additives Enable Efficient Large Area (>55 cm<sup>2</sup>) Slot-Die Coated Perovskite Solar Modules. *Adv. Funct. Mater.* 2022, 32, 2113026.
3. Xu F., Liu J., Subbiah A. S., Liu W., Kang J., Harrison G. T., Yang X., Isikgor F. H., Aydin E., De Bastiani M. et al. Potassium Thiocyanate-Assisted Enhancement of Slot-Die-Coated Perovskite Films for High-Performance Solar Cells. *Small Sci.* 2021, 1, 2000044.
4. Qin T., Huang W., Kim J.-E., Vak D., Forsyth C., McNeill C. R., Cheng Y.-B. Amorphous hole-transporting layer in slot-die coated perovskite solar cells. *Nano Energy*. 2017, 31, 210–217.
5. Park M., Cho W., Lee G., Hong S. C., Kim M.-C., Yoon J., Ahn N., Choi M. Highly Reproducible Large-Area Perovskite Solar Cell Fabrication via Continuous Megasonic Spray Coating of CH<sub>3</sub>NH<sub>3</sub>PbI<sub>3</sub>. *Small*. 2019, 15, 1804005.

Наукове видання

ЛЮДИНА, СУСПІЛЬСТВО,  
КОМУНІКАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ

МАТЕРІАЛИ XII МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
«ЛЮДИНА, СУСПІЛЬСТВО, КОМУНІКАТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

25 жовтня 2024 р.

Відповідальність за редагування та достовірність інформації несуть автори робіт.

Відповідальний за випуск Толстов І. В.

---

Підписано до друку 25.10.2024 р.  
Умовн. друк. арк. 13,5. Тираж . Замовлення № .

Художнє оформлення Л.І. Мачулін

Свідоцтво про держреєстрацію: сер. ХК №125 від 24.11.2004

Видавець та виготовлювач Український державний університет  
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейсбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.