

# ПЕРОВСЬКІТ І РЕПЛІКАТОРИ — ВИЗНАЧНИКИ МАЙБУТНЬОГО ТА НАДІЯ УКРАЇНИ

*У цій коротенькій статті загальній увазі запропоновано опис унікального й несподіваного шляху самостійного виходу України зі сучасних труднощів та досягнення нею безпеки й добробуту*



**Костянтин Корсак**  
доктор. філос. наук,  
зав. відділу теорії  
та методології природничої  
й інженерної освіти  
Інституту вищої освіти  
НАПН України, м. Київ



**Юрій Корсак**  
канд. філос. наук,  
наук. співр.  
Інституту вищої освіти  
НАПН України, м. Київ

Слова "перовськіт" і "реплікатори" ми вважаємо "прожекторними", адже вони вихоплюють з мороку невідомого чіткі картини майбутнього. Немає сумніву в тому, що через децидию років перше з них стане основою нової енергетики, в якій не буде місця для урану і торію, нафти і газу, вугілля і сланців. Їх витіснять у минуле дуже дешеві, кольорові й тонкі стрічкові перовськітні фотоелементи (вже існують) чи ще досконаліші органічні, які виявляться зручнішими і в майбутньому будуть виготовлятися на основі екологічно безпечних технологій, які ми пропонуємо називати "ноотехнологіями" і створити для них 7-й технологічний уклад.

Зауважимо, що збільшення кількості ноотехнологій (у даний момент використовуються перші чотири) та достатньо швидка заборона індустриальних дасть змогу відвернути колапс людства, передбачений ученими на середину XXI ст., і забезпечити поєднання зростання його чисельності зі значним підвищенням якості життя.

Та зосередимося на Україні.

Очевидно, — у нас практично немає шансів на швидке нарощування ВВП і добробуту громадян у найближчі роки через очікувану конкуренцію наших виробництв з усіма вже наявними на світовому ринку та сьогоденну політичну ситуацію в Україні.

Шанс швидкого порятунку національної економіки можуть скласти створені впродовж останніх кількох місяців у формі появи восени 2013 р. перовськітних фотоелементів і навесні 2014 року — перших дешевих і ефективних реплікаторів (3D-принтерів). Феноменальні властивості перовськіту вже дали змогу швейцарському науковцю-винахіднику **М. Грютцелю** виготовити тонкі **плівкові фотоелементи**, що виявилися набагато дешевшими і зручнішими від загальновідомих кремнієвих.

Хоч багато науковців і технологів різних держав світу близько 50 років намагалися "вловити Сонце" шляхом виготовлення джерел електрики на основі піску та інших порід, створені фотоелементи залишаються дорогими, вимагають точної орієнтації на сонячний диск і створюють велику тінь. Не випадково їх найчастіше розташовують на похилих дахах (рис. 1) чи займають дуже великі території, які можна було б використати по-іншому. Керівники багатих держав намагалися штучно (з бюджету) стимулювати розвиток **кремнієвої фотоенергетики**, але без "по-справжньому серйозних" успіхів.



**Рис. 1. Типовий "озелений" європейський будинок 1990-х із кремнієвими фотопанелями**

Надії на те, що безперервний і надпотужний потік фотонів від Сонця стане ідеальним джерелом електричного струму, нині надає не кремній чи різні доволі коштовні варіанти, а дуже поширений на наших теренах і в світі — *перовскіт*.

*Перовскіт* — гірська порода, що складається з кальцію, титану й кисню ( $\text{CaTiO}_3$ ). Вона присутня в усіх наших родовищах титану, до того ж, для сонячної енергетики перовскіту необхідно не мільйони, а усього кілька тисяч тонн. Дуже коротко вкажемо вже виявлені переваги фотоплівки з перовскіту над фотопанелями з кремнію:

- плівочка перовскіту разів у 200 (і навіть більше) тонша від пластинки із кремнію. Близько 20 відер перовскіту вистачить для виготовлення квадратного кілометра фотоплівки, що має електричну потужність до 150 000 кВт (у майбутньому — 250 000 кВт);

- навіть найперші кроки з удосконалення технологій виробництва перовскітних фотоджерел струму знизили потрібні температури настільки, що це дало змогу наносити шар  $\text{CaTiO}_3$  на добре освоєні в масовому виробництві пластмаси підвищеної міцності (необхідної для захисту занадто ніжної наноплівочки перовскіту). У близькому майбутньому спеціалізовані струменеві принтери виготовлятимуть тисячі кілометрів різноколірної плівки, яка рулонами надходитиме для продажу;

- перовскітні фотоплівки не вимагають точної орієнтації на Сонце, вони добре сприймають скісні промені. Це означає, що ними можна не тільки вкрити хатинки, будиночки й будинки з усіх боків, але й застосовувати як паркани, високі протишумові бар'єри уздовж автотрас, елементи садових та усіх інших антрополандшафтів. На рис. 2 зображено перші практичні наслідки початку промислового виробництва перовскітних плівок;

- нещодавно створені перші плівкові акумулятори струму з чудовими показниками. Вдосконалюючи наявне, можна сподіватися на загальнодоступні електроакумулятори для забезпечення безперервності отримання перовскітної енергії від Сонця (інший варіант — застосування надпровідних кабелів — тут аналізувати не будемо, хоч він також цілком реальний);

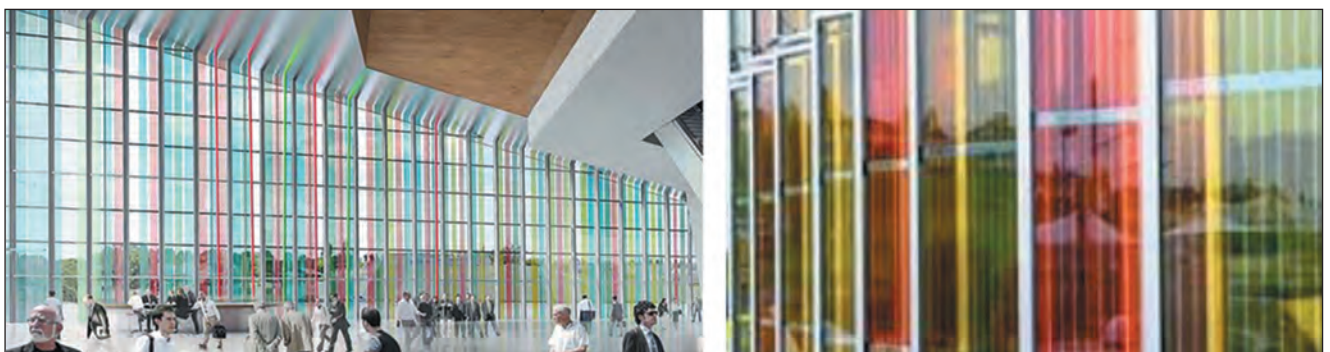
- продовження досліджень перовскіту напевно приведе до відкриття його додаткових можливостей. Наприклад, при пропусканні через плівку струму від зовнішнього джерела вона починає світитися, що в перспективі обіцяє доповнення революції в сонячній енергетиці революцією в засобах освітлення;

- виробники зі Швейцарії пропонували навесні 2014 р. перовскітні фотопанелі (рис.2) за середньою ціною 200 \$ за кіловат потужності (у 40—50 разів дешевше від того, що зображено на рис. 1). Та розвиток плівкової енергетики тільки розпочався, удосконалення — неминучі, а разом із ними прийде здешевлення енергії. На нашу думку — до рівня 20—30 \$ за кіловат потужності.

*Технологія виготовлення перовскітних фотоплівки настільки проста, що Україна без найменших труднощів може використати її чи через придбання ліцензії у М. Грютцеля, чи шляхом залучення власних науковців і технологів разом з персоналом тих заводів, що виготовляють пластиківі вироби і плівки різноманітного призначення.*

Якщо ми цього не зробимо, то доведеться платити виробникам КНР 50—60 \$ за кіловат, оскільки вони серед перших придбали ліцензію й у даний момент прискорено накопичують рулони фотоелементів із наміром практично одночасно "ошасливити" світ новою енергетикою.

Хоча "*перовскіт*" — дійсно прожекторне слово, треба усе ж попередити читачів, що вже в найближ-



**Рис. 2. Західний фасад нового конференц-центру EPFL (SwissTech) у Лозанні й перовскітні фотоплівки (близько 300 м<sup>2</sup>)**

чому майбутньому конкуренцію цій чудовій речовині обов'язково складуть органічні субстанції, що переважають хлорофіл у перетворенні енергії сонячних променів у щось досить корисне (мова йде не тільки про електричний струм, але й про глюкозу й інші варіанти "первинної їжі").

Римську програму "плексу — хліб і видовища" можна буде здійснити для мільярдів осіб, які становлять у цей момент велетенську групу потенційних мігрантів, але детальний аналіз цієї теми заслуговує окремої статті. Використане нами друге прожекторне слово "реплікатори" (ЗМІ надають перевагу доволі незручному й неточному терміну "3D-принтери") якимось навіть ніяково обговорювати й аналізувати, бо ці пристрої вже досить старі й заслужені.

Особливість сучасного моменту в тім, що в лютому-березні 2014 року зникла обмежувальна дія безлічі патентів, яка виключала вільну конкуренцію й утримувала ціну привабливих реплікаторів у межах багатьох тисяч (навіть десятків тисяч) доларів США. У змаганні виробників з усього світу ціна реплікаторів зменшиться у багато разів, а їхня кількість зросте до багатьох мільярдів штук. Можливо, їхнє масове поширення розпочнеться з дуже дешевих апаратів, що використовують пластмаси чи подібні до крохмалю порошки (рис. 3).



Рис. 3. Простий реплікатор 1-го покоління (3D-принтер), здатний виготовити чашку будь-якої форми й з довільною кількістю ручок

Набагато важливішим автори вважають не виготовлення чашок або ялинкових іграшок, а спорудження житлових будинків із лесу за допомогою реплікаторів 2-го покоління.

Витративши небагато грошей на придбання сотні другої квадратних метрів перовськітних фотоплівки, українець-хуторянин має купити чи позичити лазерний реплікатор із робочим обсягом біля кубометра. Засипавши в прийомну лійку відро-друге лесу (або іншого безкоштовного пилу/піску), потрібно буде вказати точну форму майбутньої будівельної "цеглинки" (з виступами/западинами для використання принципу Lego), обрати її колір і тонкі риси лицьової поверхні.

Дешевий і відмінно освоєний у виробництві лазер на вуглекислому газі, вбудований у реплікатор, буде плавити пил і пошарово формувати матеріал, що копіюватиме вулканічну пемзу. Чим меншими будуть пори, тим міцнішим й легшим вийде блок для вілли. Далі деталізувати не будемо, вказавши лише на можливість на тому ж пристрої виготовляти рами, скло, труби, крани, меблі тощо.

Не виключено, що й отут придатний лес, але більш імовірно інше, — найближчим часом науковці запропонують безліч робочих матеріалів для реплікаторів другого й усіх наступних поколінь. Справа в тім, що до 2014 року цих пристроїв було занадто мало для виникнення ажіотажу й змагання між винахідниками робочих матеріалів. Тема "матеріали" перебуває в самому зародку, питання "робочі голівки" — у стадії початку, завдання "програми забезпечення" вбудованого комп'ютера — частково вже вирішене.

Автори сподіваються, що викладеного цілком достатньо для стимулювання уваги читачів і усвідомлення ними того, що **В. Висоцький** мав масу підстав попередити нас про те, що все надалі буде "зовсім не так". Сучасна енергетика й більша частина наявних виробництв приречені на знищення, перш за все, знищиться вага "нафтогазової зброї", і країни, що нею спекулюють, можуть зникнути з історії разом із нею.

Радимо заглядати в майбутнє саме з використанням зазначених та усіх інших можливих прожекторних термінів і понять. Буде помилкою планувати майбутнє на основі звичних знань і слів, слід здогадатися, що саме винайдуть науковці і технологи через 10—15—20 років... ■

## АРИФМЕТИКА ПОРЯТУНКУ УКРАЇНИ

Вихідні дані: 20 млн. родин і домогосподарств.

Для заміни теплових та електроджерел необхідно мати середню добову потужність 3 кВт, тому фотоплівки придбати необхідно буде удесятеро більше — не менше 30 кВт (це максимальна потужність у сонячний день).

За ціни 20 \$/кВт це складе 600 \$ на родину, або 12 млрд. \$.

Для мінімального нічного забезпечення на рівні 1,5 кВт доведеться скористатися плівковим акумулятором, вартість якого складе близько 300 \$ на родину. Загалом для всіх родин України — 6 млрд. \$.

Усього повне енергетичне забезпечення населення України на десятки років у разі застосування сучасних плівкових технологій складе 18 млрд. \$.

Якщо технології удосконалити (так і станеться), ціна стане меншою (не завадить використати економію на формування резерву на осінньо-зимовий період).

Об'єднавшись, група наших 4—5 олігархів може назавжди увійти в історію як рятівники Вітчизни і найбільші народні благодійники всіх часів. Зможуть зробити чудову справу, навіть не ризикуючи стати жебраками.

Інший варіант — урядові зусилля на скерування половини позик МВФ та інших джерел на цю Державну програму забезпечення України енергією з одночасним укріпленням її незалежності.