

## ЕНЕРГЕТИКА

УДК 621.311.1

DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.6-1/35>

**Бойко С.М.**

Криворізький національний університет

### МОДИФІКОВАНИЙ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ КОМПЛЕКС СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ДЛЯ УМОВ ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ

*Головною метою дослідження є підвищення коефіцієнта корисної дії сонячної панелі та зниження його вартості, оскільки підвищення ефективності, зазвичай, супроводжується зростанням ціни сонячних установок. Тому доцільним є пошук оптимальних параметрів сонячної установки, що дасть змогу отримати максимальний коефіцієнт корисної дії за мінімальних економічних затрат. Запропоновано розташування сонячних панелей на території залізорудних підприємств.*

*Проаналізовано можливості впровадження електротехнічного комплексу сонячної електростанції в умови енергоємних залізорудних підприємств. Розроблено систему очистки та систему нахилу, структурну схему електротехнічного комплексу залізорудних підприємств, розроблений алгоритм функціонування електротехнологічного комплексу сонячної електростанції.*

*Запропонована система очистки поверхні сонячної панелі дозволить ефективно їх експлуатувати в умовах залізорудних підприємств, не зважаючи на металізовані частинки пилу, що осідають на їх поверхні. Система нахилу сонячної панелі дозволить підвищити ефективність функціонування сонячної станції на протязі доби.*

**Ключові слова:** відновлювальні джерела енергії, електропостачання підприємств, сонячна панель, система очистки.

**Постановка проблеми.** Потенціал відновлюваних джерел енергії у світі становить мільярди тонн умовного палива на рік і значно перевищує обсяг усіх споживаних в даний час паливно-енергетичних ресурсів. Його раціональне використання дозволить вирішити цілий ряд проблем, пов'язаних з екологічно небезпечними процесами переробки вуглецевого палива і його заощадженням, зниженням витрат на транспортування палива в територіально віддалені регіони і підвищенням рівня їх енергетичної надійності. З огляду на, що застосування альтернативних джерел для виробництва електроенергії – додатковий стимул до розвитку промисловості, забезпечення зайнятості та підвищення рівня життя населення, а в кінцевому підсумку, зміцнення та стимулювання економіки [2]. Сонячна енергетика – одна з галузей альтернативної енергетики, що розвиваються найбільш динамічно.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз останніх досліджень і публікацій [1–6] показав, що особливістю енергопостачання із використанням сонячної енергії є непостійність в часі, спричинена обертанням Землі навколо Сонця. Для забезпечення необхідної генерованої потужності

збільшують площу панелей, або, якщо це можливо, укомплектовують їх поворотним механізмом [7]. Залежно від сигналів від давача положення Сонця поворотний механізм позиціонує площину панелі перпендикулярно до сонячних променів. Ряд авторів [8–10] розглядають шляхи розрахунку оптимальних кутів нахилу сонячних панелей до горизонту і азимута повороту, при яких буде отримано найбільше енергії від сонячного випромінювання. Проте порівняльного аналізу між системою позиціонування та стаціонарним монтажем сонячних панелей досі не виконано.

**Постановка завдання.** Модифікувати електротехнічний комплекс сонячної електростанції роботи в умовах залізорудних підприємств.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Головною метою цих досліджень є підвищення коефіцієнта корисної дії сонячного колектора та зниження його вартості, оскільки підвищення ефективності, зазвичай, супроводжується зростанням ціни сонячних установок. Тому доцільним є пошук оптимальних параметрів сонячної установки, що дасть змогу отримати максимальний коефіцієнт корисної дії за мінімальних економічних затрат.

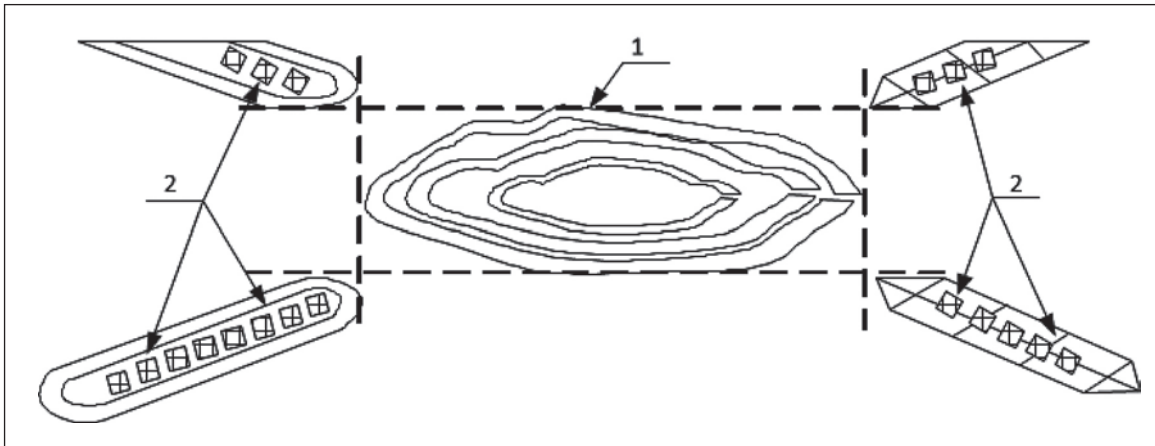


Рис. 1. Розташування сонячних панелей на території залізорудних підприємств

Запропоновано розташування сонячних панелей на території залізорудних підприємств рис. 1.

Перш ніж розглядати можливі варіанти вирішення проблеми, необхідно визначити показники, за якими будуть порівнюватися альтернативи і вибиратися найкраща. Ці показники прийнято називати критеріями вибору. Наприклад, приймаючи рішення про придбання нового обладнання, можна орієнтуватися на критерії ціни, продуктивності, експлуатаційних витрат, ергономічне і т.п., а в разі прийняття рішення про прийом на роботу нового співробітника критеріями вибору серед кандидатів можуть бути освіта, досвід роботи, вік, особисті якості. По можливості критерії вибору повинні мати кількісне вираження. Критерії залежать від мети рішення, характеру конкретних завдань і можуть бути об'єктивними (заснованими на правилах і процедурах) і суб'єктивними (на думках експертів). Від якості обраних критеріїв багато в чому залежить і якість рішень. Отже, перевагами сонячних установок є [4]:

1) ефективне використання як прямого, так і розсіяного сонячного випромінювання; можливість створення установок практично будь-якої потужності;

2) досить великий термін служби установок (до 50 років); початкові витрати на СУ (сонячні установки) значно менші, ніж приєднання віддаленого населеного пункту до системи теплопостачання або електропостачання, а експлуатаційні витрати з урахуванням терміну служби виявляються нижчими, ніж у дизельних електростанцій;

3) матеріали сонячних установок виконують функцію вишуканого будівельного матеріалу, що поліпшують архітектуру будівель, що забезпечують їх водо захист, звукоізоляцію й теплозахист;

4) застосування СУ не має негативного впливу на навколишнє середовище.

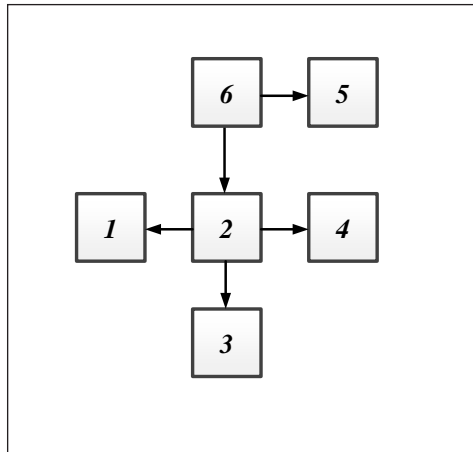
Враховуючи вищенаведені факти, можна говорити про доцільність використання сонячного потенціалу, який припадає на територію України. Середньорічна кількість сумарної сонячної радіації, що надходить на  $1\text{ м}^2$  поверхні на території України, знаходиться в межах від  $1070\text{ кВт год/м}^2$  у північній частині України до  $1400\text{ кВт год/м}^2$

При роботі в атмосфері, що містить окис вуглецю, не більше 1 року ПДК може бути збільшена до  $50\text{ мг/м}^3$ , а при роботі не більше 30 хвилин – до  $200\text{ мг/м}^3$ . Роботи при збільшеному вмісту окису вуглецю в повітрі робочої зони можуть відновлюватися не раніше двухгодинного перериву.

При розробці корисних копалин в атмосферу кар'єрів виділяється також пил, що представляє собою дрібні тверді частинки розміром менше  $0,1\text{--}0,5\text{ мм}$ . Одна може бути ядовитою і не ядовитою. До не ядовитої відносять кварцову, а радіоактивний пил [7].

Фізика процесу поширення пилу дозволяє виявити три основних фактори, що визначають пилову обстановку на будь-якому об'єкті, – це: вміст пилу в повітрі, винос (викид) пилу потоками, що рухаються, і відкладення пилу на прилеглих до її джерел територіях. Цілком логічно досліджувати ці чинники у взаємному зв'язку, причому головним з них є вміст пилу в повітрі, а наступні два залежать від нього і від параметрів аерозольної системи, зокрема, від швидкості газоповітряного потоку, маси пилових частинок і параметрів показників, що характеризують дифузію цих частинок.

Чисті сонячні панелі гарантують максимальну енерговіддачу. Перша система для чищення



**Рис. 2. Блочна структура системи очистки:**  
 1 – блок переміщення системи очистки;  
 2 – блок керування переміщенням системи очистки; 3 – блок магнітної очистки; 4 – блок сухої очистки; 5 – блок системи нахилу сонячної панелі;  
 6 – блок керування сонячної панелі

фотогальванічних енергетичних установок з сертифікатом Німецького сільськогосподарського товариства (DLG): Kärcher пропонує чудове рішення для ефективного очищення модулів сонячних батарей, що значно підвищує їх енерговіддачу – до 20% порівняно із дуже забрудненими модулями.

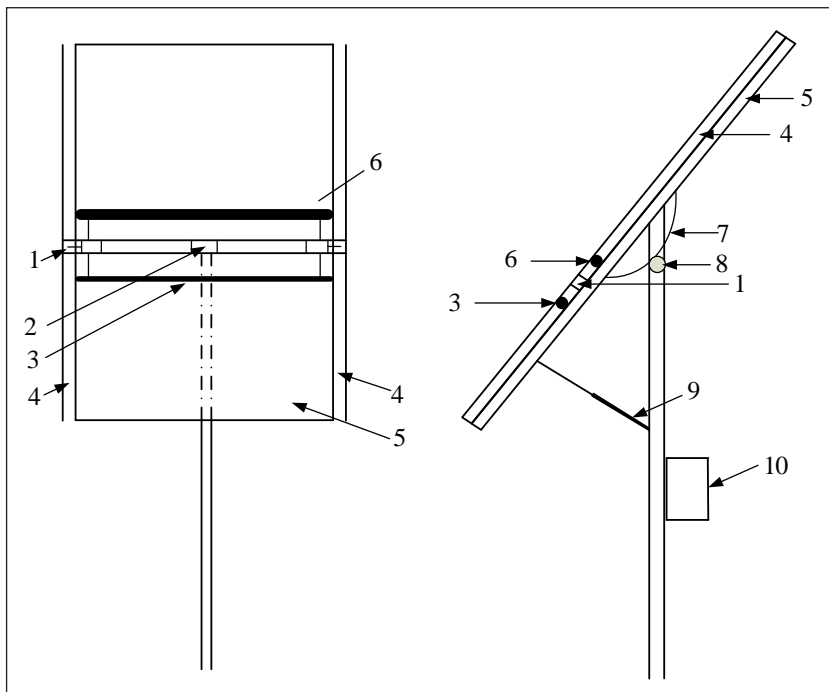
Можливості системи iSolar виключно широкі. Застосування цієї системи для очищення модулів сонячних систем електро- та теплопостачання гарантує прибуткове використання енергії сонця як різними підприємствами, так і власниками приватних будинків. Особливо ефективно її використання в місцях, схильних до інтенсивного забруднення, наприклад, на фермах, на даху яких постійно осідає пил з вентиляційних установок і з навколишніх полів. iSolar від Kärcher – економічне рішення як для власників сонячних енергоустановок, так і для фірм, що займаються їх очищенням. Для механічного захисту сонячної батареї використано лише одне чисте скло товщиною 3 мм,

Після проведення певних розрахунків двох випадків, що допомагають розрахувати кут нахилу сонячної панелі, було спроектовано систему нахилу сонячної панелі і також систему очистки. Запропонована блок схема (рис. 2) системи очистки складається з блоку керування, рухомого блоку, блоку магнітної очистки, блоку сухої очистки, система нахилу.

На рис. 3 зображено функціональну схему системи очистки та системи нахилу.

Система очистки сонячних панелей в умовах залізорудних підприємств працює наступним чином: система керування сонячною панеллю 10 подає сигнал на систему керування очисткою 2, система керування очисткою 2 подає сигнал на блок переміщення 1, переміщення здійснюється завдяки направляючим рейці 4, в верхньому положенні починає працювати магнітна очистка 3, після магнітної очистки 3 починає працювати система сухої очистки 6, система керування сонячною панеллю 10 подає сигнал на систему нахилу 9, сонячна панель змінює кут нахилу завдяки рухомому ролику 8 і рейці 7, яка задає напрям.

Висновки. 1. Проаналізовано можливості впровадження електротехнічного комплексу сонячної електростанції в умови залізорудних підприємств.  
 2. Розроблено систему очистки та систему нахилу, структурну схему електротехнічного комплексу залізорудних підприємств, розроблений алгоритм функціонування електротехнологічного комплексу сонячної електростанції.



**Рис. 3. Функціональна схема системи очистки та системи нахилу сонячної панелі.** 1 – блок переміщення системи очистки; 2 – блок керування переміщенням системи очистки; 3 – блок магнітної очистки; 4 – направляюча рейка; 5 – сонячна панель; 6 – блок сухої очистки; 7-8 – система нахилу; 7 – направляюча рейка; 8 – подвижний ролик; 9 – привід системи нахилу; 10 – блок керування сонячної панелі

## Список літератури:

1. Сінчук О.М., Сінчук І.О., Бойко С.М., Караманиць Ф. І., Ялова О.М., Пархоменко Р.О. Відновлювані джерела електричної енергії в структурах систем електропостачання залізрудних підприємств. (Аналіз, перспективи, проекти) : монографія. Кривий Ріг : Видавництво ПП Щербатих О.В., 2017. 152 с.
2. Клімат України / За ред. В.М. Лівійського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. К. : Вид-во Раєвського, 2003. С. 133.
3. Гурін А.О. Аерологія гірничих підприємств / А.О. Гурін, П.В. Бересневич, А.А. Немченко, І.Б. Ошманський. Кривий Ріг : Видавничий центр КНУ, 2007. 262 с. ISBN 978–966–350–369–1.
4. Вісаріонов В.І., Дерюгіна Г.В., Кузнецова В.А., Малінін Н.К. «Сонячнаенергетика». Москва : Издательский дом МЭИ 2008, 277 с.
5. Slifer L.Jr. Comparative values of advanced spasece solar cells. Conf. Rec / L. Jr. Slifer// 16th IEEE Photovolt. Spec. Conf. san Diego. Calif. 1982. P. 222–227.
6. Chen C.J. Physics of Solar Energy / C.J. Chen. Willey, 2011. 352 p.
7. Касинець М.Є. Аналіз надходження сонячної енергії на геліопанель / М.Є. Касинець // Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація : [збірник наукових праць] / відповідальний редактор П. Пістун. Львів : Видавництво Львівської політехніка, 2013. С. 135–139. (Вісник / Національний університет Львівська політехніка; № 758).
8. Jamal Kamal Husain. Оптимизация угла наклона солнечных коллекторов в гелиосистеме. Труды Одесского политехнического университета / Денисова А.Е. Дорошенко О.В., Jamal Kamal Husain // Труды Одесского политехнического университета, 2008. Вып. 1 (29). С.133–137.
9. Femia N. Power Electronics and Control Techniques for Maximum Energy Harvesting in Photovoltaic Systems / N. Femia, G. Petrone, G. Spagnuolo, M. Vitelli. CRC Press, 2012. 366 p.
10. Kalogirou Soteris A. Solar Energy Engineering: Processes and Systems. 2nd edition / A. Kalogirou Soteris. Elsevier Inc., 2014. 819 p.

### Boiko S.M. MODIFIED ELECTRICAL ENGINEERING COMPLEX OF SOLAR POWER PLANT FOR CONDITIONS OF IRON GAS ENTERPRISES

*The renewable energy potential in the world is billions of tonnes of conventional fuel per year and far exceeds the amount of currently consumed fuel and energy resources. Its rational use will solve a number of problems associated with environmentally hazardous processes of processing and saving of carbon fuel, reducing the cost of transporting fuel to territorially remote regions and improving the level of their energy reliability. Considering that the use of alternative sources for electricity production is an additional incentive for the development of industry, employment and raising the standard of living of the population, and ultimately, strengthening and stimulating the economy.*

*Analysis of recent research and publications has shown that a feature of solar-powered energy supply is the volatility in time caused by the rotation of the Earth around the sun. To provide the required power output, they increase the area of the panels or, if possible, complete them with a rotary mechanism. Depending on the signals from the sun's position sensor, the rotary mechanism positions the plane of the panel perpendicular to the sun's rays. A number of authors consider ways of calculating the optimal angles of inclination of solar panels to the horizon and azimuth of rotation, which will receive the most energy from solar radiation. However, a comparative analysis between the positioning system and the stationary installation of solar panels has not yet been performed.*

*The main purpose of these studies is to increase the solar collector efficiency and reduce its cost, since efficiency gains are usually accompanied by an increase in the cost of solar installations. Therefore, it is advisable to find the optimal parameters of the solar installation, which will allow you to get the maximum efficiency at the lowest economic cost. The location of solar panels on the territory of iron ore enterprises is suggested. Possibilities of introduction of the electrotechnical complex of the solar power plant in the conditions of energy-intensive iron ore enterprises are analyzed.*

*The purification system and the slope system, the structural scheme of the electrotechnical complex of iron ore enterprises are developed, and the algorithm of functioning of the electrotechnological complex of the solar power plant is developed. The proposed system for cleaning the surface of the solar panel will allow them to be effectively operated in the conditions of iron ore enterprises, despite the metallized dust particles that settle on their surface. The tilting system of the solar panel will allow to increase the efficiency of functioning of the solar station during the day.*

**Key words:** renewable energy sources, power supply to enterprises, solar panel, cleaning system.