

## РОЗРОБКА ЗАХОДІВ ЩОДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕЧНИХ УМОВ ПРАЦІ ПРИ КОРИСТУВАННІ СОНЯЧНИМИ ПАНЕЛЯМИ

Моргун В.В., здобувач ВО,

Басрсукова Г.В, к.т.н., доцент,

Сумський національний аграрний університет, м. Суми, Україна

**Постановка проблеми.** Швидкий розвиток технологій відновлюваної енергетики, зокрема сонячної, призвів до значного збільшення встановлення та використання сонячних панелей по всьому світу. Хоча сонячна енергія є екологічно чистою та ефективною альтернативою традиційним джерелам, процеси її встановлення, обслуговування та утилізації несуть певні ризики для здоров'я та безпеки працівників. Ігнорування цих ризиків може призвести до нещасних випадків, професійних захворювань та зниження загальної продуктивності. Проблема полягає у відсутності комплексного підходу до ідентифікації та мінімізації потенційних небезпек, пов'язаних із роботою з сонячними панелями, що включають електричні, хімічні, фізичні та ергономічні ризики. Незважаючи на загальносвітову тенденцію до "зеленої" енергетики, недостатня увага приділяється стандартизації протоколів безпеки, навчанню персоналу та розробці специфічного обладнання для захисту. Особливо гостро це питання стоїть у країнах, що розвиваються, де швидкий темп впровадження сонячних технологій часто випереджає розробку та імплементацію адекватних норм безпеки. Таким чином, існує нагальна потреба в розробці ефективних заходів, які б гарантували безпечні умови праці на всіх етапах життєвого циклу сонячних панелей: від виробництва та встановлення до експлуатації та демонтажу. Це не тільки захистить працівників, але й сприятиме сталому розвитку галузі в цілому.

**Основні матеріали дослідження.** Для розробки ефективних заходів безпеки було проведено аналіз наявної наукової літератури, міжнародних стандартів безпеки праці (наприклад, OSHA, ISO 45001), рекомендацій виробників сонячних панелей та інверторів, а також матеріалів, що описують реальні випадки нещасних випадків та травм у галузі сонячної енергетики. Особлива увага була приділена вивченню електричних небезпек, таких як ураження електричним струмом від постійного та змінного струму, які можуть виникати під час монтажу, підключення та обслуговування систем. Розглядалися також ризики, пов'язані з падіннями з висоти під час роботи на дахах та інших підвищених платформах. Хімічні ризики, пов'язані з контактом з матеріалами, що

використовуються у виробництві панелей (наприклад, кадмій, свинець у деяких типах фотоелементів) або електролітами акумуляторних батарей у системах зберігання енергії, також були частиною аналізу. Дослідження охоплювало питання пожежної безпеки, оскільки несправності в електропроводці або перегрів компонентів можуть призвести до займання. Ергономічні аспекти, такі як навантаження на спину при перенесенні важких панелей, а також ризики, пов'язані з впливом сонячного випромінювання на працівників, що тривалий час перебувають на відкритому повітрі, також були враховані. Для формування практичних рекомендацій було використано кращі світові практики з навчання персоналу, використання засобів індивідуального захисту (ЗІЗ) та впровадження систем управління охороною праці. Дослідження також включало огляд технологічних рішень, спрямованих на підвищення безпеки, таких як системи швидкого відключення (rapid shutdown systems) для зменшення ризиків ураження електричним струмом під час пожеж.

**Результати та висновки.** На основі проведеного дослідження було розроблено комплексний набір заходів щодо забезпечення безпечних умов праці при користуванні сонячними панелями. Виявлено, що ключовими напрямками для вдосконалення є:

1. Ретельна оцінка ризиків на кожному етапі проекту – від проектування до утилізації. Це дозволить виявити специфічні небезпеки та розробити індивідуальні стратегії їх мінімізації.

2. Обов'язкове та регулярне навчання всього персоналу, що працює з сонячними панелями. Програми навчання повинні охоплювати електричну безпеку, роботу на висоті, правила поведінки з хімічними речовинами, надання першої медичної допомоги та використання ЗІЗ. Працівники повинні бути ознайомлені з особливостями роботи як з постійним, так і зі змінним струмом, а також з потенційними небезпеками, пов'язаними з інверторами та акумуляторами.

3. Забезпечення та обов'язкове використання відповідних ЗІЗ, таких як діелектричні рукавички та взуття, захисні каски, страхувальні системи при роботі на висоті, захисні окуляри та спецодяг.

4. Впровадження жорстких протоколів безпеки для всіх робіт, включаючи процедури блокування та маркування (LOTO) для запобігання випадковому включенню живлення, а також використання спеціалізованого інструменту з ізоляцією.

5. Регулярний технічний огляд та обслуговування обладнання та систем, що включає перевірку ізоляції проводів, стану панелей та інверторів, а також системи заземлення.

6. Впровадження сучасних технологій безпеки, таких як системи швидкого відключення, що дозволяють миттєво знеструмити сонячну систему у випадку аварії або пожежі.