

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ОЦІНКА ПРОФЕСІЙНИХ РИЗИКІВ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ПОРТАТИВНИХ ЗАРЯДНИХ СТАНЦІЙ

Арламов О. Ю., к.т.н., доц. (каф. ОППЦБ КПІ ім. Ігоря Сікорського)

Анотація. Проаналізовано професійні ризики при використанні портативних зарядних станцій різних типів (свинцево-кислотних, нікель-кадмієвих, літій-іонних, літій-залізо-фосфатних) на робочих місцях. Розроблено класифікацію небезпечних і шкідливих виробничих факторів. Виявлено типові помилки експлуатації. Проведено оцінку ризиків з ранжуванням за рівнем небезпеки. Запропоновано організаційно-технічні заходи безпеки відповідно до ієрархії контролю ризиків.

Ключові слова: портативні зарядні станції, професійні ризики, класифікація небезпек, оцінка ризиків, охорона праці, акумуляторні системи.

Abstract. Occupational risks associated with portable charging stations of various types (lead-acid, nickel-cadmium, lithium-ion, lithium iron phosphate) in workplaces are analyzed. Classification of hazardous and harmful production factors has been developed: electrical, thermal, chemical, physical, ergonomic. Typical operational errors identified. Risk assessment with hazard ranking conducted. Organizational and technical safety measures proposed according to risk control hierarchy.

Keywords: portable charging stations, occupational risks, hazard classification, risk assessment, occupational safety, battery systems.

Вступ. Систематичні відключення електропостачання призвели до масового використання портативних зарядних станцій (ПЗС) на робочих місцях. Масове впровадження даного обладнання створило категорію професійних ризиків, які потребують системного аналізу та розробки превентивних заходів. Відсутність спеціалізованих національних нормативних документів саме для експлуатації портативних зарядних станцій у виробничих умовах обумовлює необхідність застосування загальних вимог безпеки для акумуляторних систем.

Аналіз стану питання. Портативні зарядні станції являють собою автономні системи акумуляування та перетворення електричної енергії. За типом акумуляторних елементів розрізняють: свинцево-кислотні, нікель-кадмієві, літій-іонні та літій-залізо-фосфатні станції. Кожен тип характеризується специфічними ризиками відповідно до хімічного складу та конструктивних особливостей.

Згідно з ДСТУ EN 62619:2022 [1], літій-іонні акумулятори для промислового використання мають відповідати вимогам безпеки щодо захисту від загоряння, вибуху та механічних пошкоджень. Стандарт встановлює випробування на термічну стійкість, перезаряд, зовнішнє коротке замикання, механічний удар. ДСТУ EN 61960-3:2022 [2] регулює вторинні літієві елементи для портативних застосувань, встановлюючи вимоги до призматичних та циліндричних елементів.

Для свинцево-кислотних акумуляторів застосовується ДСТУ EN IEC 62485-4:2022 [3], який встановлює вимоги безпеки для батарей з клапанним регулюванням у портативних пристроях. Нікель-кадмієві акумулятори регулюються ДСТУ EN 61951-1:2017 [4].

Літій-іонні акумулятори схильні до термічного розгону – процесу неконтрольованого підвищення температури з можливістю пожежі. Свинцево-кислотні акумулятори виділяють вибухонебезпечний водень при заряджанні та містять корозійний електроліт.

Мета роботи: розробити класифікацію професійних ризиків при експлуатації портативних зарядних станцій, провести оцінку ризиків та сформулювати рекомендації щодо заходів безпеки.

Методики, матеріали і результати досліджень. Класифікація небезпечних і шкідливих виробничих факторів здійснювалася на основі аналізу технічної документації, стандартів безпеки та експертної оцінки ризиків.

Класифікація професійних ризиків

1. Електричні небезпеки:

- ураження електричним струмом при доторканні до струмовідних частин;
- електричні дугові розряди при короткому замиканні;
- вплив електромагнітних полів промислової частоти 50-60 Гц від інвертора.

2. Термічні небезпеки:

- термічний розгін акумуляторних елементів [1];
- пожежа з викидом полум'я та теплового випромінювання;
- вибух внаслідок накопичення водню (для свинцево-кислотних) [3] або газів термічного розкладу (для літій-іонних) [1];
- опіки при контакті з перегрітими поверхнями.

3. Хімічні небезпеки:

- викиди токсичних газів при термічному розгоні літій-іонних акумуляторів;
- хімічні опіки від електроліту свинцево-кислотних акумуляторів [3];
- корозійний вплив продуктів електролізу;
- забруднення повітря робочої зони.

4. Фізичні небезпеки:

- шум від системи охолодження та вібрація від трансформаторів;
- неіонізуюче випромінювання (електромагнітні поля);
- недостатнє освітлення при аварійному режимі.

5. Ергономічні фактори:

- фізичне навантаження при переміщенні обладнання (маса до 50 кг);
- незручна робоча поза при обслуговуванні;
- психоемоційне навантаження від необхідності постійного контролю.

Типові помилки експлуатації

Виявлено наступні помилки: розміщення у приміщеннях з недостатньою вентиляцією; перевантаження підключенням приладів з потужністю, що

перевищує номінальну; використання несумісних зарядних пристроїв; експлуатація пошкоджених акумуляторів; залишення на зарядці без нагляду; розміщення поблизу джерел тепла; продовження експлуатації при появі ознак несправності (здуття корпусу, перегрів, сторонній запах).

Оцінка ризиків

Проведено якісну оцінку 38 потенційних відхилень від нормальних умов експлуатації. Ранжування виявило: високий рівень ризику (неприйнятний) – 13% відхилень; середній рівень – 42%; низький рівень – 45%.

До найвищого ризику віднесено: термічний розгін при механічному пошкодженні; перезаряд через відмову системи управління; перевантаження понад подвійну номінальну потужність; експлуатацію пошкоджених акумуляторів зі здутим корпусом; короткі замикання при підключенні несправного обладнання.

Заходи безпеки

Розроблено заходи відповідно до ієрархії контролю ризиків:

Рівень 1. Усунення небезпеки:

- доцільність застосування LiFePO₄ завдяки вищій термічній стабільності;
- відмова від саморобних систем без сертифікації.

Рівень 2. Інженерні заходи:

- застосування обладнання, що пройшло оцінку відповідності вимогам чинних технічних регламентів та відповідних стандартів ДСТУ EN 62619:2022 [1] для літій-іонних, ДСТУ EN IEC 62485-4:2022 [3] для свинцево-кислотних, ДСТУ EN 61951-1:2017 [4] для нікель-кадмієвих акумуляторів;

- система управління батареями з захистом від перезаряду, глибокого розряду, перегріву, короткого замикання відповідно до вимог ДСТУ EN 62619:2022 [1];

- розміщення у приміщеннях з природною або примусовою вентиляцією;
- мінімальна відстань від горючих матеріалів – 1 м;
- встановлення детекторів диму та теплових датчиків;
- розміщення на негорючих поверхнях.

Рівень 3. Адміністративні заходи:

- призначення відповідальних осіб згідно з НПАОП 40.1-1.21-98 [5];
- розробка інструкцій з охорони праці;
- проведення первинних та періодичних інструктажів;
- ведення журналів обліку технічного стану;
- встановлення графіків технічного огляду;
- обмеження навантаження до 80% номінальної потужності;
- заборона підключення приладів з великим пусковим струмом;
- дотримання температурного діапазону експлуатації (-10°C до +40°C).

Рівень 4. Засоби індивідуального захисту:

- діелектричні рукавички при обслуговуванні;
- захисні окуляри при роботі зі свинцево-кислотними акумуляторами;
- вогнетривкий спецодяг для відповідальних осіб.

Протокол дій при виявленні ознак несправності

Ознаки несправності: здуття корпусу; температура $>60^{\circ}\text{C}$; нехарактерні запахи; шиплячі звуки; виділення диму.

Алгоритм дій: негайне припинення експлуатації та відключення навантаження; евакуація персоналу на безпечну відстань відповідно до аварійної ситуації; виклик пожежної служби (101); подальше спостереження відповідно до рекомендацій виробника та характеру інциденту; заборона повторного використання до проведення експертизи.

Висновки. Експлуатація портативних зарядних станцій на робочих місцях створює комплекс професійних ризиків п'яти категорій: електричні, термічні, хімічні, фізичні та ергономічні небезпеки. Оцінка виявила, що 13% відхилень мають неприйнятний рівень ризику.

Пріоритетними є інженерні заходи: вибір сертифікованого обладнання відповідно до ДСТУ EN 62619:2022, ДСТУ EN IEC 62485-4:2022, ДСТУ EN 61951-1:2017; забезпечення належної вентиляції; встановлення систем раннього виявлення. Необхідним є розробка національних стандартів з безпеки портативних зарядних станцій. Результати можуть бути використані для актуалізації нормативних документів з охорони праці.

Література

1. ДСТУ EN 62619:2022. Вторинні елементи та батареї, що містять лужні або інші некислотні електроліти. Вимоги безпеки до вторинних літєвих елементів та батарей для промислового використання (EN 62619:2017, IDT; IEC 62619:2017, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 94 с.

2. ДСТУ EN 61960-3:2022. Вторинні елементи та батареї, що містять лужні або інші некислотні електроліти. Вторинні літєві елементи та батареї для портативних застосувань. Частина 3. Призматичні та циліндричні літєві вторинні елементи та виготовлені з них батареї (EN 61960-3:2017, IDT; IEC 61960-3:2017, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 52 с.

3. ДСТУ EN IEC 62485-4:2022. Вимоги щодо безпеки для вторинних батарей і акумуляторних установок. Частина 4. Свинцево-кислотні батареї з клапанним регулюванням для використання в портативних пристроях (EN IEC 62485-4:2018, IDT; IEC 62485-4:2015, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2022. 38 с.

4. ДСТУ EN 61951-1:2017. Акумулятори та акумуляторні батареї, що містять лужні чи інші некислотні електроліти. Переносні автономні герметичні перезаряджувані акумулятори. Частина 1. Нікель-кадмієві акумулятори (EN 61951-1:2014, IDT). Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2017. 36 с.

5. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Київ : Основа, 1998. 222 с.

6. Колесник С. Вибухонебезпечні акумулятори. Охорона праці. 2025. № 2. С. 24-27.

7. Про охорону праці : Закон України від 14 жовтня 1992 року № 2694-XII. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12> (дата звернення: 01.11.2025).