

ЗАСОБИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ВІД УРАЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ НА ВИРОБНИЦТВІ

*Накемній О. К., ст. викл. (кафедра безпеки праці та охорони довкілля, ТОВ
«ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»);*

*Сніговий Д. В., здобувач (гр. 141-23-1п, ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
«МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»)*

Анотація. У статті досліджено типи, вимоги та практичні аспекти застосування засобів індивідуального захисту від ураження електричним струмом у виробничих умовах. Проаналізовано типові небезпеки при роботі з електрообладнанням на підприємствах різного профілю, класифіковано засоби індивідуального захисту за рівнем напруги та функціональністю. Розглянуто сучасні підходи до підвищення безпеки працівників, зокрема через впровадження новітніх матеріалів та цифрового моніторингу.

Ключові слова: електробезпека, промисловість, індивідуальний захист, електричне ураження, техногенна безпека.

Abstract. The article investigates the types, requirements and practical aspects of the use of personal protective equipment against electric shock in industrial conditions. Typical hazards when working with electrical equipment at enterprises of various profiles are analyzed, personal protective equipment is classified according to voltage level and functionality. Modern approaches to improving employee safety, in particular through the introduction of the latest materials and digital monitoring, are considered.

Keywords: electrical safety, industry, personal protection, electrical damage, man-made safety.

Вступ. Електроустановки широко використовуються на підприємствах усіх галузей промисловості – від машинобудування до харчової промисловості. Робота в безпосередній близькості до електричних пристроїв створює високий рівень небезпеки для працівників. Статистика виробничого травматизму свідчить, що ураження електричним струмом залишається одним із найнебезпечніших факторів. Саме тому особливої уваги заслуговують засоби індивідуального захисту (ЗІЗ), призначені для запобігання електротравмам [1].

Аналіз стану питання. На виробництві існує широкий спектр потенційних загроз, пов'язаних з електричним струмом. Особливо небезпечними є роботи з обладнанням під напругою або у середовищі з високим рівнем провідності. Найбільш поширеною причиною ураження електричним струмом є випадковий контакт з елементами, які знаходяться під напругою. Це може бути результатом відсутності або пошкодження ізоляції на проводах, несправності електроустановки, зняття захисних кожухів під час ремонту або огляду та ін.

Якщо внаслідок пробією ізоляції струм потрапляє на металевий корпус машини або інструмента, він стає джерелом небезпеки. У разі відсутності

заземлення чи пристроїв захисного відключення працівник може потрапити під напругу навіть без дотику до струмопровідної частини.

Виробничі умови з підвищеною вологістю, температурою або забрудненістю підвищують ризик електричного ураження. Вода і піт значно знижують опір шкіри людини, що полегшує протікання струму через тіло. Особливо небезпечна робота в закритих ємностях, підвалах або у важкодоступних місцях без належної вентиляції. Також поширеними причинами травм є випадки, коли працівник нехтує інструкціями з безпеки або не розпізнає електробезпеку, виконує роботи без ЗІЗ, використовує саморобний або пошкоджений інструмент.

Підвищений ризик несе обслуговування електроустановок середньої (1–35 кВ) та високої напруги (>35 кВ). У таких випадках можливі електричні дуги, пробій повітря між фазами або між фазою і заземленими частинами, індукція струму у металеві конструкції поруч із лініями електропередач.

У деяких галузях електричне ураження може бути спричинене накопиченням статичної електрики, яка виникає під час тертя чи обертання матеріалів. Без відведення зарядів виникають іскри, що здатні викликати ураження або пожежу [2].

Таким чином, основні небезпеки можна поділити на наступні категорії:

- прямий контакт з провідними частинами;
- непрямий контакт через корпус обладнання;
- робота в несприятливих мікрокліматичних умовах;
- необізнаність або людський фактор;
- робота з високою напругою;
- вплив електромагнітного поля та статичної електрики.

Мета роботи: проаналізувати класифікацію, нормативні вимоги та перспективи розвитку засобів індивідуального захисту від ураження електричним струмом у виробничих умовах, а також визначити ключові чинники, що впливають на підвищення рівня електробезпеки працівників.

Методики, матеріали і результати досліджень. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) від ураження електричним струмом є ключовим елементом системи безпечної праці на підприємствах з використанням електрообладнання. Відповідно до чинних стандартів охорони праці та технічного регламенту, ЗІЗ класифікуються за призначенням, конструктивними особливостями та рівнем напруги, при якій вони можуть ефективно застосовуватись. Загалом ці засоби можна умовно поділити на основні, допоміжні та спеціальні засоби [3, 4].

Основні засоби індивідуального захисту безпосередньо перешкоджають проходженню електричного струму через тіло людини і можуть застосовуватись при роботі під напругою. До цієї групи належать: діелектричні рукавиці, діелектричне взуття (боти, калоші), ізолювальні штанги та кліщі, ізоляційні підставки, килимки, покажчики напруги.

Допоміжні ЗІЗ не забезпечують повної ізоляції, але значно знижують ризик ураження, створюючи додатковий захист. До цієї групи належать: захисні

шоломи та каски, захисні щитки, окуляри, екрани, спеціальний одяг (вогнестійкі комбінезони або куртки зі вставками з антистатичних тканин запобігають вторинним ураженням, опікам і накопиченню електростатичних зарядів), інструмент з ізоляційними покриттями (застосовуються для робіт на електрообладнанні з напругою до 1000 В).

Окрім індивідуальних засобів, на виробництві застосовуються також спеціальні пристрої та візуальні елементи безпеки: попереджувальні плакати і таблички, які сигналізують про наявність напруги, заборонені зони або послідовність дій, сигнальні бар'єри, стрічки, конуси – обмежують доступ до зон підвищеної небезпеки, особливо при тимчасових роботах або аварійних ситуаціях, запобіжні пояси та страхувальні канати (застосовуються для захисту від падіння з висоти під час монтажу електроустановок, що також є частиною системи електробезпеки).

ЗІЗ також поділяються за класами, відповідно до рівня напруги, на який вони розраховані. Кожен засіб індивідуального захисту має бути чітко маркований відповідно до класу та виду захисту, а також пройти періодичні електричні випробування згідно з графіком, затвердженим нормативними документами [5].

Застосування засобів індивідуального захисту від ураження електричним струмом у виробничих умовах регулюється рядом національних та міжнародних нормативно-правових актів, стандартів і технічних регламентів. Дотримання вимог є обов'язковим для всіх суб'єктів господарювання, які здійснюють діяльність у сфері електроенергетики або експлуатації електроустановок.

Відповідно до нормативів, усі електрозахисні засоби повинні проходити періодичні випробування на відповідність електричним, механічним та фізико-хімічним властивостям. Для цього в організаціях створюються випробувальні лабораторії. Нормативна база також регламентує допуск працівників до електротехнічних робіт лише за наявності відповідної групи з електробезпеки (II–V), проведення інструктажів, перевірки знань та планових тренувань щодо користування ЗІЗ, заборону експлуатації ЗІЗ, строк придатності яких вичерпано або які мають зовнішні пошкодження [6].

У зв'язку з динамічним розвитком енергетичного сектору, збільшенням напруги у промислових мережах, впровадженням «розумних» електросистем та автоматизованого енергообладнання зростають вимоги до ефективності, надійності та ергономіки ЗІЗ. Сучасні технології дозволяють не лише підвищити рівень безпеки, а й зменшити фізичне навантаження на персонал, а також інтегрувати елементи цифрового моніторингу [7].

Інноваційні полімери та композити (наприклад, термостійкі армовані гуми, наноструктуровані полімери) демонструють вищу стійкість до електричних пробіїв, ультрафіолетового випромінювання та впливу агресивних середовищ. Це дозволяє подовжити термін служби ЗІЗ і зменшити частоту заміन.

Серед перспективних напрямів – застосування графенових нанопокриттів на елементах ЗІЗ для покращення антистатичних властивостей та захисту від електростатичного пробоя [8].

Нові покоління ЗІЗ можуть бути оснащені вбудованими сенсорами (температури, напруги, вологості) та модулями бездротового зв'язку. Це дозволяє відстежувати стан самого засобу (наявність ушкоджень, рівень зношеності), фіксувати параметри навколишнього середовища, передавати дані в реальному часі до систем безпеки або мобільного пристрою оператора. Такий підхід формує концепцію «розумного ЗІЗ» – частини кіберфізичних систем промислової безпеки (Industry 4.0). Зростає увага і до екологічного сліду ЗІЗ. Розробляються біорозкладні або вторинно перероблювані матеріали, що зменшують кількість промислових відходів. Також впроваджуються програми утилізації та повторного використання компонентів (наприклад, гумових вставок з рукавиць або підошов діелектричного взуття).

Сучасні CAD/CAM-системи дозволяють створювати персоналізовані засоби захисту, з урахуванням антропометричних особливостей працівника. Застосування 3D-друку для виготовлення елементів корпусу, вставок чи ізоляційних частин значно скорочує час розробки нових зразків. Окрему перспективу має впровадження технологій віртуальної (VR) та доповненої реальності (AR) для навчання правильному використанню ЗІЗ. Такі симулятори дозволяють без ризику відпрацьовувати сценарії робіт під напругою, аварійні ситуації та процедури евакуації.

Таким чином, розвиток засобів індивідуального захисту від ураження електричним струмом відбувається в напрямі високих технологій, цифровізації, екологічної відповідальності та персоналізації, що дозволяє досягати принципово нового рівня промислової безпеки.

Висновки. Ураження електричним струмом залишається однією з найнебезпечніших загроз у виробничому середовищі, особливо в умовах експлуатації електроустановок різних класів напруги. Впровадження ефективних та належним чином сертифікованих засобів індивідуального захисту є ключовим фактором у забезпеченні безпечної праці електротехнічного персоналу.

Нормативно-правова база в Україні та у міжнародному просторі встановлює чіткі технічні вимоги до ЗІЗ, періодичність їх випробувань, правила експлуатації та вимоги до підготовки персоналу. Виконання цих положень є обов'язковим для забезпечення надійного електрозахисту. Інноваційні рішення у сфері ЗІЗ (використання сучасних матеріалів, інтеграція сенсорних технологій, персоналізація та цифровізація) відкривають нові можливості для підвищення рівня безпеки працівників і зниження виробничого травматизму.

Таким чином, застосування сучасних ЗІЗ у поєднанні з системним підходом до навчання персоналу, дотриманням вимог нормативів та впровадженням інноваційних технологій є запорукою ефективного захисту працівників від ураження електричним струмом. Подальші дослідження і

розробки в цій галузі мають бути спрямовані на оптимізацію конструкції засобів захисту, їх автоматичний моніторинг та екологічну безпечність.

Література

1. Засоби індивідуального та колективного захисту: Навчальний посібник/ І.М. Мартинюк, Є.М. Шматов, О.М. Стаднічук та ін. Львів: НАСВ, 2018. 150 с.
2. Охорона праці в галузі: навч.посібник/ П.С. Атаманчук, В.В. Мендерецький, О.О. Панчук, Р.М. Білик. Київ: Центр навчальної літератури (ЦНЛ), 2019. 322 с.
3. Електробезпека: навч. посіб. / О. В. Мірошник, О. О. Мірошник, І. М. Трунова та ін. за заг. ред. О. В. Мірошника. Харків: Факт, 2011. 176 с
4. Про затвердження Мінімальних вимог безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці: наказ Міністерства соціальної політики України від 15.01.2019 р. № 569. Офіційний вісник України. 2019.№ 4. С. 303. від 19.03.2021 р. № 569. Офіційний вісник України. 2021.№ 38. С. 33.
5. Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів: наказ Міністерство праці та соціальної політики України від 09.01.1998 р. № 4. Офіційний вісник України. 1998 1998 р. № 8. с. 394.
6. Індивідуальні засоби захисту в електроустановках: веб-сайт. <https://bohemia-club.com.ua/posts/uk/vysoko-individualni-zasobi-zahistu-v-elektroustanovkah.shtml> (дата звернення 29.04.2025).
7. Засоби індивідуального захисту: типи, вимоги, рекомендації: навч. посібник / В.І. Голінько. С.І. Чеберячко, О.В. Дерюгін, Ю.І. Чеберячко, Д.І. Радчук. Д., 2021. 95 с.
8. I. Matos, M. Bernardo, and I. Fonseca, "Porous carbon: A versatile material for catalysis," Catal. Today, vol. 285, pp. 194–203, May 2017.