

ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНТНОСТІ З ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ МАЙБУТНІХ ФАХІВЦІВ У ПРОЦЕСІ НАВЧАННЯ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Приділено увагу аналізу сучасних принципів і вимог з електробезпеки стосовно електричних установок, систем і устаткування. Наразі нормативними документами визначено основне правило захисту людей і тварин від ураження електричним струмом: небезпечні струмопровідні частини не повинні бути доступними, а доступні електропровідні частини не повинні бути небезпечними як за нормальних умов (експлуатування за призначенням і немає несправності), так і за умови одиночної несправності. Захист за нормальних умов забезпечують за рахунок основного захисту. Захист за наявності одиночної несправності забезпечують захистом, який передбачено на випадок несправності. Застосовуються також підсилені захисні засоби, що забезпечують захист в обох випадках.

Ключові слова: електробезпека; електричні установки, системи та устаткування; струмопровідні частини; захисні засоби.

Abstract

Attention is paid to the analysis of modern principles and requirements for electrical safety in relation to electrical installations, systems and equipment. Currently, regulatory documents define the basic rule for protecting people and animals from electric shock: dangerous conductive parts should not be accessible, and accessible conductive parts should not be dangerous both under normal conditions (operation as intended and no malfunction) and under the condition of a single malfunction. Protection under normal conditions is provided by basic protection. Protection in the presence of a single malfunction is provided by protection provided in the event of a malfunction. Reinforced protective devices are also used, providing protection in both cases.

Keywords: electrical safety; electrical installations, systems and equipment; conductive parts; protective devices.

Вступ

Науково-технічний прогрес сприяє тому, що наразі понад 85% усіх використовуваних у побуті приладів, пристроїв і пристосувань, які використовуються людством, є електричними. Пропорційно поширенню електрики як джерела живлення зростають і показники електротравматизму: щорічно по усьому світу сотні тисяч людей отримують травми різного ступеня важкості, а деякі навіть гинуть через свою неухважність або необізнаність. Основними причинами травматизму вважаються недостатня якість первинних монтажних робіт і недбала експлуатація електроустаткування.

Результати дослідження

Для пострадянських найбільш типовою першопричиною електротравматизму залишається негативний спадок у результаті економії з боку як споживача, так і виробника. Адаже, основна маса аварійних ситуацій трапляється через використання обладнання зі шнурами, які мають неякісну ізоляцію; через експлуатацію вилок та розеток, які не відповідають один одному за конструкцією, в тому числі в зв'язку з прийняттям в нашій країні нових стандартів з електробезпеки; через використання приладів, спроектованих у кустарних умовах із грубими порушеннями базових принципів електробезпеки, та, нарешті, через здійснення ремонту електричного обладнання особами, які не мають потрібної кваліфікації або навіть мінімальних навичок. Окрім того, для наших людей дуже типовим є використання різних несертифікованих трійників, подовжувачів і мережевих фільтрів при повному ігноруванні правил їхньої експлуатації.

Трохи краще справа виглядає в державних установах, студентських гуртожитках тощо, що відображено в загальносвітовій статистиці. Тут ступінь адміністративного та громадського контролю за

обладнанням значно вище, аніж у житлових будинках, проте набагато нижче, ніж на підприємствах. Як за кордоном, так і в нас у державних установах і гуртожитках є адміністративний персонал або спеціально уповноважені особи, які несуть матеріальну відповідальність за збереження майна. При такому підході, принаймні, є персонал, який постійно здійснює поточну експлуатацію електроустановок: регулярно перевіряє електроштити, фіксує навантаження та, за потреби, якщо особисто не володіє достатніми знаннями для розпізнавання цього виду небезпеки або навичками для її усунення в ситуації, яка вимагає негайного втручання, викликає кваліфікований ремонтний персонал та інше. При цьому дрібний ремонт електричного обладнання та побутових приладів працівники та студенти, зазвичай, здійснюють самі, а тому ймовірність їхньої відмови стає ще більш непередбачуваною.

Жоден зі світових урядів до сьогодні не зумів винайти підхід, який би кардинально знижував кількість електротравм, навіть незважаючи на удаване підвищення рівня освіченості населення та розвиток культури поведінки з технікою. У побуті нагляд за виконанням вимог охорони праці та електробезпеки, звісно, не виконується, а інспекцію будь-якої техніки та її електричного обладнання взагалі не прийнято здійснювати. В абсолютній більшості випадків ремонт будь-якого обладнання починається тільки після його відмови та приходу в непридатність захисного електрообладнання.

Потрібно зазначити, що галузеві експерти відзначають надмірну односторонність розуміння причин електротравматизму. На їхню думку, таблички на кшталт «Не вилазь! Уб'є!» вважаються морально застарілими, адже, не несуть фактичного смислового навантаження. Це застереження взагалі не пов'язане з електробезпекою, адже, причина смерті – перебування на висоті. Безумовно, ситуація, яка склалася, потребує за кращої теоретичної та практичної підготовки як на уроках з ОБЖ в школі, так і під час вивчення безпеки життєдіяльності та охорони праці в закладах вищої освіти. Велика увага формуванню безпекових компетенцій у майбутніх фахівців у різних галузях економіки України приділяється у ВНТУ [1-14].

Намагання підвищити електробезпеку призводить до постійного вдосконалення нормативно правової бази та посилення вимог з безпеки для будь-якого електричного обладнання високої та низької напруги. Наразі стосовно захисту людей і тварин від ураження електричним струмом запроваджено ДСТУ EN 61140:2019 Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установки та обладнання [15]. Його призначено для встановлення основних принципів і вимог, які є загальними для електричних установок, систем і устаткування.

Стандарт розповсюджується на установки, системи та устаткування без обмеження за напругою, але з розподілом на низьковольтні та високовольтні. Укладачі стандарту виходять із передумов, що низька напруга – це будь-яка номінальна напруга менша або така, що дорівнює 1000 В змінного струму або 1500 В постійного струму, а висока, що перевищує ці значення.

Основне правило захисту проти ураження електричним струмом: небезпечні струмопровідні частини не повинні бути доступними, а доступні електропровідні частини не повинні бути небезпечними як за нормальних умов (експлуатування за призначенням і немає несправності), так і за умови одиночної несправності.

Потрібно також зауважити, що для установок високої напруги, систем та устаткування проникання в небезпечну зону електроустановок вважається за дотик до небезпечних струмопровідних частин.

Захист за нормальних умов забезпечують за рахунок основного захисту. Захист за наявності одиночної несправності забезпечують захистом, який передбачено на випадок несправності. Застосовуються також підсилені захисні засоби, що забезпечують захист в обох випадках.

За нормальних умов основне правило захисту проти ураження електричним струмом реалізується за рахунок застосування основного захисту. Відповідно до ДСТУ HD 60364-4-41:2022 Електроустановки низької напруги. Частина 4-41. Захист для безпеки. Захист від ураження електричним струмом для низьковольтних установок, систем та устаткування основний захист загалом відповідає захисту від безпосереднього контакту зі струмопровідними частинами [16].

До умов одиночної несправності можна віднести такі:

доступна безпечна струмопровідна частина стає небезпечною, зокрема через відсутність обмеження сили струму дотику в усталеному режимі та електричного заряду;

доступна електропровідна частина, що не є струмопровідною за нормальних умов, стає небезпечною струмопровідною, зокрема, через пробій основної ізоляції на відкриті електропровідні частини;
небезпечна струмопровідна частина стає доступною, зокрема, внаслідок механічної несправності захисної оболонки.

За наявності несправності основне правило захисту проти ураження електричним струмом можна виконати за допомогою таких захисних засобів:

Додаткового, незалежно від застосування основного захисту, або підсиленого, що одночасно забезпечує як основний захист, так і захист на випадок несправності.

Захист за наявності несправності може ефективно здійснюватися за допомогою двох незалежних захисних засобів або підсиленого захисного засобу.

Відповідно, для кожного з двох незалежних захисних засобів відмова має бути малоімовірною за будь-яких умов, а вони не повинні мати впливу один на одного, щоб відмова одного з них не впливала б на інший. Відтак, ймовірність одночасної відмови цих засобів повинна бути настільки малоімовірною, що її не потрібно брати до уваги. При цьому навіть один із двох захисних засобів завжди залишається ефективним.

Характеристики підсиленого захисного засобу повинні постійно забезпечувати такий же ефективний захист, як і застосування двох незалежних.

В особливих випадках підвищеного ризику, зокрема, для зон малих значень повних опорів струму впливу з ніг людини в землю, потрібне застосування додаткового захисту. Такий додатковий захист використовується як в окремій установці, так і в системі або електроустаткуванні.

Застосування в низьковольтних установках та устаткуванні захисних пристроїв, що спрацьовують від залишкового (диференціального) струму за номінального значення сили робочого залишкового струму, що не перевищує 30 мА, можна вважати додатковим захистом проти ураження електричним струмом у випадках, коли основний захист і (або) захист, передбачений за наявності несправності, є неефективним або в разі недбалості під час користування електричним обладнанням.

Захисні засоби (елементи захисних засобів)

Усі захисні засоби повинні бути розроблені для ефективного функціонування впродовж всього терміну роботи електроустановки, системи або електроустаткування та поточних ремонтів.

Суттєвий вплив на електричне обладнання, особливо на розташоване зовні виробничих приміщень, чинить навколишнє середовище. Під час визначення цих впливів потрібно користуватися розробленою в ЕС класифікацією зовнішніх чинників, яка наведена в ДСТУ ІЕС 60721-3-3:2016 Класифікація зовнішніх впливових чинників. Частина 3-3. Класифікація груп параметрів навколишнього середовища і ступені їх жорсткості. Використання в стаціонарних умовах, захищених від атмосферних впливів [17].

Розробниках особливу увагу потрібно приділяти впливу зовнішніх чинників, таких як: температура довкілля, кліматичні умови даного регіону, наявність води, механічні перенапруги, компетентність працівників і наявність умов для контакту людей або тварин з електричним потенціалом ґрунтів. Потрібно також враховувати вимоги до ізоляції низьковольтного електрообладнання, які презентовані в ДСТУ EN ІЕС 60664-1:2022 Координація ізоляції обладнання в системах електропостачання низької напруги. Частина 1. Принципи, вимоги та випробування [18], в якому також наведено правила визначення розмірів повітряних зазорів і довжин шляхів струму впливу, а також настанови щодо розмірів твердої ізоляції. Для високовольтних установок, систем і устаткування вимоги наведено в ДСТУ EN ІЕС 60071-1:2022 Координація ізоляції. Частина 1. Визначення, принципи та правила [19] і ДСТУ EN ІЕС 60071-2:2022 Координація ізоляції. Частина 2. Рекомендації щодо застосування [20].

Отже, за вимогами нормативної документації з електробезпеки основний захист електроустановок повинен складатися з одного або декількох засобів, які за нормальних умов експлуатації унеможливають контакт із небезпечними струмопровідними частинами. До засобів основного захисту відносяться: основна ізоляція, огорожі та оболонки, бар'єри, розміщення поза зоною досяжності, обмеження напруги, обмеження сили струму дотику в усталеному режимі та електричного заряду, вирівнювання потенціалів та інші захисні засоби, для основного захисту, що відповідають основному правилу захисту проти ураження електричним струмом.

Захисні заходи для забезпечення працівників за наявності несправності повинні складатися з одного або більше засобів, які застосовують незалежно або додатково до засобів, які забезпечують основний захист. До засоби, що забезпечують працівників під час несправності: додаткова ізоляція, захисне еквіпотенціальне з'єднання, захисне екранування, індикація та відключення в установках і системах високої напруги, автоматичне відключення живлення, безпосереднє відокремлення (між колами), неструмопровідне середовище, вирівнювання потенціалів та інші захисні засоби, що за умов несправності мають відповідати основному правилу захисту проти ураження електричним струмом.

Підсилені захисні засоби мають забезпечувати як основний захист, так і захист за умов несправності. По-перше, треба вжити засобів, щоб за ослаблення захисту, що забезпечують підсиленням захисним засобом, виникнення несправності було мало ймовірними. До підсиленних захисних засобів відносяться: підсилена ізоляція, захисне відокремлення кіл, джерело живлення з обмеженням сили струму, пристрій із захистом повним опором та інші підсилені захисні засоби при основному захисту та захисті за наявності несправності має відповідати основному правилу захисту проти ураження електричним струмом.

Висновки

Підсумовуючи викладене вище, потрібно зазначити, що здійснено аналіз причин електротравматизму в сучасних умовах. Зазначено її основні причини та запропоновано шляхи покращення підготовки майбутніх фахівців з електробезпеки. Розглянуто також особливості сучасної нормативно-правової бази з електробезпеки. Нормативними документами визначено основне правило захисту людей і тварин від ураження електричним струмом: небезпечні струмопровідні частини не повинні бути доступними, а доступні електропровідні частини не повинні бути небезпечними як за нормальних умов (експлуатування за призначенням і немає несправності), так і за умови одиночної несправності. Захист за нормальних умов забезпечують за рахунок основного захисту. Захист за наявності одиночної несправності забезпечують захистом, який передбачено на випадок несправності. Застосовуються також підсилені захисні засоби, що забезпечують захист в обох випадках.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Dembitska, S., Kobylianskyi, O., Kobylianska, I., & Tatarчук, V. (2024). Application of a risk-oriented approach in the process of professional training of specialists in energy industry. *Przeglad electrotechniczny*, 6, 248-252.
2. Дембіцька, С. В., & Кобилянський, О. В. (2016). Формування компетенцій з безпеки життєдіяльності у фаховій підготовці енергетиків. *Scientific journal Innovative solutions in modern science*, Dubaj, 1(1), 82–87.
3. Kobylianskyi, O. V., Lemeshev, M. S., & Bereziuk, O. V. (2010). *Osnovy okhorony pratsi: navchalnyi posibnyk*. Vinnytsia: VNTU.
4. Ігнащук, О. В., Кириченко, В. І., & Кобилянський, О. В. (2005). *Охорона праці: навчальний посібник*. Вінниця: УОЗ ВОДА.
5. Кобилянський, О. В. (2014). *Безпека життєдіяльності: навчальний посібник*. Вінниця: ВНТУ.
6. Кобилянський, О. В. (2007). *Основи охорони праці: навчальний посібник (в двох частинах)*. Ч. II. Вінниця: ВНТУ.
7. Кобилянський, О. В. (2001). *Охорона праці в робочій професії: навчальний посібник*. Вінниця: ВДТУ.
8. Кобилянський, О. В. (2003). *Охорона праці під час виконання спеціальних видів робіт в електроустановках: навчальний посібник*. Вінниця: ВДТУ.
9. Кобилянський, О. В. (2002). *Охорона праці при експлуатації електроустановок. Навчальний посібник*. Вінниця: ВДТУ.
10. Кобилянський, О. В., Лемешев, М. С., & Березюк, О. В. (2010). *Основи охорони праці: навчальний посібник*. Вінниця: ВНТУ.
11. Кобилянський, О. В., Присяжнюк, В. В., & Богачук, В. В. (2008). *Охорона праці в робітничій професії*. Вінниця: ВНТУ.
12. *Методичні вказівки до виконання розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей*. (2004). Уклад.: Терещенко, О. П., & Кобилянський, О. В. Вінниця: ВНТУ.
13. *Охорона праці в галузі. Лабораторний практикум*. (2007). Уклад.: Бондаренко, Е. А., Дрончак, В. А., Дупляк, Р. Я., Кобилянський, О. В., & Терещенко О. П. Вінниця: ВНТУ.
14. *Охорона праці в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей: методичні вказівки* (2003). Уклад.: Кобилянський, О. В. Вінниця: ВДТУ.
15. ДСТУ EN 61140:2019 Захист проти ураження електричним струмом. Загальні аспекти щодо установки та обладнання (EN 61140:2016, IDT; IEC 61140:2016, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=91052.
16. ДСТУ HD 60364-4-41:2022 Електроустановки низької напруги. Частина 4-41. Захист для безпеки. Захист від ураження електричним струмом (HD 60364-4-41:2017, IDT; IEC 60364-4-41:2005, MOD). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=104726.
17. ДСТУ IEC 60721-3-3:2016 Класифікація зовнішніх впливових чинників. Частина 3-3. Класифікація груп параметрів навколишнього середовища і ступені їх жорсткості. Використання в стаціонарних умовах, захищених від атмосферних впливів (IEC 60721-3-3:1994+AMD1:1995+AMD2:1996 CSV, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=67126.

18. ДСТУ EN IEC 60664-1:2022 Координація ізоляції обладнання в системах електропостачання низької напруги. Частина 1. Принципи, вимоги та випробування (EN IEC 60664-1:2020/AC:2020-12, IDT; IEC 60664-1:2020/AC:2020, IDT). Поправка № 1:2022. URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=102965.

19. ДСТУ EN IEC 60071-1:2022 Координація ізоляції. Частина 1. Визначення, принципи та правила (EN IEC 60071-1:2019, IDT; IEC 60071-1:2019, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=109059.

20. ДСТУ EN IEC 60071-2:2022 Координація ізоляції. Частина 2. Рекомендації щодо застосування (EN IEC 60071-2:2018, IDT; IEC 60071-2:2018, IDT). URL: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=109058.

Бойко Святослав Миколайович – аспірант групи 141-23а, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tchduke@gmail.com.

Кобилянський Олександр Володимирович – завідувач кафедри безпеки життєдіяльності та педагогіки безпеки, д. пед. н., професор, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: akobilanskiy@gmail.com.

Svyatoslav M. Boyko – postgraduate student of group 141-23a, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tchduke@gmail.com.

Oleksandr V. Kobylanskyi – Head of the Department of Life Safety and Safety Pedagogy, Doctor of Pedagogy, Professor, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: akobilanskiy@gmail.com.