

DOI <https://doi.org/10.32782/2078-0877-2025-25-3-8>

УДК 621.3

О. Ю. Юрченко, PhD, доцент

ORCID: 0000-0002-3047-6654

Г. В. Барсукова, канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0002-4261-2182

Сумський національний аграрний університет

e-mail: aleksyurchenko110917@gmail.com

БЕЗПЕКА ВИКОНАННЯ МОНТАЖНИХ РОБІТ ПІД ЧАС ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОІНСТРУМЕНТУ КЛАСУ ІІІ

Анотація. Використання електроінструменту класу ІІІ за умовами електробезпеки є найбільш надійним способом виконання механізованих робіт в електроустановках. Перевагами використання такого електроінструменту є його автономність через наявність свого незалежного джерела живлення безпечної наднизької напруги, а також безпека – через унеможливлення проявів дії електричного струму на стан здоров'я людини. Серед заходів, спрямованих на забезпечення належного рівня безпеки для персоналу, згідно з другим аспектом безпеки, є використання засобів індивідуального захисту, спрямованих на убезпечення персоналу від негативної дії рухомих робочих органів електроінструменту. Тому ефективність використання електроінструменту класу ІІІ підтверджено з погляду як надійності та якості виконання робіт в електроустановках, що не поступаються електроінструменту класів І та ІІ, так і рівня безпеки з погляду безпеки ураження електричним струмом.

Ключові слова: техніка безпеки, безпека праці, монтаж, електроінструмент, безпечна наднизька напруга, ПБЕ, електрична енергія, джерело електричної енергії, технічна експлуатація.

Постановка проблеми. Використання сучасного інструменту для виконання монтажу електроенергетичного устаткування призводить до порівняно якісного функціонування змонтованого щита керування. Сьогодні важливі функціональні особливості інструменту для виконання різних завдань в електроенергетиці зводяться до багатофункціональності.

Використання мультифункціональних знімачів ізоляції, кабелерізів та інших інструментів значно покращує виконання своїх обов'язків персоналом із монтажу. Однак порівняно вищі ступені розвитку техніки сьогодні дають можливість виконання операцій у монтажі електроінструментом, що є досить ефективним із погляду часу та якості.

Використання електроінструменту під час монтажу щитів керування електричними двигунами дає можливість виконання:

- свердління отворів;
- різання металічних та інших матеріалів;
- зачищення поверхонь під установлення провідників електричного струму з метою дотримання якісного контакту;
- затискання провідників у контактах електроустаткування та ін.

Із метою якісного аналізу безпечних умов використання електроінструменту під час монтажу щитів керування електричними двигунами особливої уваги сьогодні заслуговує акумуляторний інструмент. Серед такого інструменту – акумуляторні болгарки, викрутки, шуруповерти тощо. Для вибраного типу електроінструменту важливо виділити, що даний електроінструмент класифікується згідно з ПБЕ, пп. 6.7.1, як електроінструмент ІІІ класу за умовами безпеки і трактується як електроінструмент, що розрахований на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. Такий електроінструмент, згідно з наведеним підпунктом ПБЕ, призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.



Додатковою умовою для виконання аналізу безпечних умов використання акумуляторного інструменту в монтажних роботах є пп. 6.7.4 ПБЕ, де вказано, що електроінструмент класу II та III не заземлюють. При цьому для користування таким електроінструментом, згідно з пп. 6.7.6 ПБЕ, достатньо I групи з електробезпеки. А підпунктом 6.7.10 ПБЕ підкреслено, що електроінструментом класів II та III дозволяється працювати без застосування індивідуальних засобів захисту в приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом.

Однак дотримання правил техніки безпеки під час виконання монтажних робіт, регламентоване правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів [1], є обов'язковим. Тому актуальним завданням є проведення аналізу щодо вимог із безпеки під час виконання монтажних робіт електроінструментом класу III.

Аналіз останніх досліджень. Конструкція ручного інструменту повинна інтегрувати концепцію інклюзивного дизайну, щоб бути доступною для більшості користувачів. Однак поточні стратегії інклюзивного дизайну під час розроблення продукту переважно використовуються на етапі оцінки після проєктування. Велике значення має збереження інклюзивних властивостей продукту за включення нових функцій [2]. Під час використання електроінструментів користувач та електроінструмент тісно взаємодіють один з одним, тому результат роботи здебільшого залежить від зручності користування електроінструментом залежно від сфери застосування [3].

Ергономіка є ключовим питанням у будівельній галузі. Багато робочих завдань і пов'язані з ними обладнання та інструменти проєктуються без урахування принципів ергономіки. Здебільшого під час розроблення електроінструментів для будівництва увага до ергономіки обмежується інтерфейсом «людина – машина» і конструкціями рукоятки. Необхідність ергономічного втручання в процес розроблення реалізується із забезпеченням безпеки, здоров'я, фізичного робочого навантаження та продуктивності [4]. Нині дрібносерійне виробництво обмежується ручним складанням через високу питому вартість повністю автоматизованого виробництва [5].

На виробничих складальних лініях для установки різьбових елементів кріплення зазвичай використовуються ручні інструменти з живленням від постійного струму [6]. Це і електроінструментом. Поліпшення умов праці за рахунок використання електроінструменту є відчутним. Однак це залежить від низької прозорості та несе ризики для здоров'я та безпеки працівників [7]. Для прикладу, закручування шурупів та інших різьбових з'єднань, як і раніше, відіграє значну роль в електромонтажних роботах у всіх країнах світу. Метою дослідження [8] було вивчення робочого навантаження під час використання ручних та акумуляторних викруток, гвинтів, типів головок гвинтів та робочих поз. Прикладене осьове зусилля під час виконання монтажних робіт реєструвалося за допомогою датчика сили. Також реєструвалися оцінки сприйманого зусилля та кращого робочого темпу. Результати дослідження показали, що робоче навантаження під час закручування контактів вручну досить високе, аби викликати симптоми розладів навантаження. Викрутки з живленням від акумуляторів знижують навантаження на передпліччя до сприятливіших рівнів на всіх робочих висотах [8]. У результаті можливість говорити про ефективність використання акумуляторного електроінструменту. Акумуляторна промисловість використовує безліч різних типів осередків, і щодня вчені тестують багато інших матеріалів. Усі зусилля спрямовані на поліпшення характеристик осередків, але це завдання є досить складним. Оскільки існує безліч різних завдань, багато з них суперечать одне одному. Наприклад, збільшення терміну служби може призвести до збільшення вартості елемента. Як наслідок, у дослідженні [9] спочатку розглядається сучасний стан акумуляторних технологій, у тому числі для використання в акумуляторному інструменті. Акумулятори вважаються пристроями, що перетворюють



хімічну енергію, яка міститься в їхніх активних матеріалах, безпосередньо на електричну енергію за допомогою електрохімічної окислювально-відновної реакції [10]. Акумулятори, що перезаряджаються, є вторинними осередками зберігання, які можна заряджати і розряджати багато разів на відміну від первинних осередків зберігання, котрі слід утилізувати після одноразового використання. Акумулятори, що перезаряджаються, знаходять застосування в таких пристроях, як портативні споживчі пристрої, легкові автомобілі, автомобільні стартери, джерела безперервного живлення, електроінструмент і т. д. [10].

Отже, дослідження безпеки виконання робіт з електроінструментом є актуальним завданням для поліпшення рівня безпеки персоналу, задіяного в роботі з ним.

Формулювання мети статті (постановка завдання). Якісне виконання монтажних робіт можливе за умови використання сучасного обладнання та інструменту. Проводячи паралелі з тим інструментом, яким фахівці користувалися кілька десятиліть тому, та тим, що використовують зараз, стає зрозумілим значний крок уперед із погляду комфорту для персоналу та порівняно більш якісного виконання завдань [11].

Акумуляторний інструмент вважається інструментом низького класу напруги. Використання для такого класу інструменту індивідуальних засобів захисту не є обов'язковим, так само як і відсутність потреби в установленні захисного заземлюючого провідника. Однак виконання монтажних робіт даним інструментом підлягає певним заходам із техніки безпеки, тому перед даним дослідженням ставляться такі завдання:

- обґрунтування способу живлення електричною енергією інструменту класу III;
- обґрунтування переваг та недоліків користування електроінструментом класу III, порівнюючи з класичним електроінструментом класу II за умовами безпеки;
- визначення обов'язкових заходів із безпеки праці під час виконання роботи електроінструментом класу III відповідно до чинних Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

Основна частина. Виконання монтажу в електроустановках є складним та багатогранним процесом. Зокрема, такий процес поділяється на розмітку щитів керування, встановлення електроустаткування, коробів тощо. Потім відповідно до схем електричних з'єднань відбувається з'єднання контактів електроустаткування між собою провідниками електричного струму (проводом, кабелем).

Виконання робіт електроінструментом має на меті покращення умов праці для персоналу, якості виконання монтажу, зменшення витрат часу та ін. Для переважної більшості операцій, виконуваних під час монтажу електроустаткування, можливе використання електроінструменту. Зокрема, використання акумуляторних викруток дає можливість виконання надійних якісних з'єднань у контактах електроустаткування шляхом затискання різьбових з'єднань, а також під час установлення DIN-рейок, коробів та інших елементів кріплення й укладки провідників електричного струму та електричних апаратів.

Використання акумуляторних шуруповертів дає можливість виконання отворів необхідного діаметру для встановлення засобів автоматизації, сигнальної арматури, кнопових постів, захисних заземлюючих провідників тощо. Також даним інструментом є можливість створення надійних з'єднань в електроустановках із використанням необхідного набору додаткових насадок для встановлення в патрон шуруповерта.

Акумуляторні болгарки є одним із найбільш поширених автономних електроінструментів і використовуються з метою зачищення робочих поверхонь електроустановок, їх контактів, різання провідникових та непровідникових матеріалів, зокрема:

- DIN-рейок;
- шаф керування електроустаткуванням;



- кабель-каналів;
- шпильок;
- різного роду шин (гребінчастих, нульових, заземлюючих, перемичок);
- інших матеріалів.

Живлення акумуляторного інструменту, що є електроінструментом III класу відповідно до пп. 6.7.1 ПБЕ, відбувається від безпечної наднизької напруги. За класичного трактування, сформульованого в Правилах безпечної експлуатації електроустановок споживачів твердження, джерелом живлення має бути понижуючий трансформатор. Для більшості випадків поширеними є понижуючі однофазні трансформатори з виходом 12, 24, 36 В.

Однак джерелом електричної енергії для акумуляторного інструменту є акумуляторні батареї. Здебільшого такі АКБ є літій-іонного виконання. Напруга в таких акумуляторах становить 12 або 20 В. Використання акумуляторного інструменту порівняно з класичним електроінструментом класу II має низку переваг.

Основною з переваг використання акумуляторного інструменту є його автономність. Тобто через самостійне живлення електроінструменту від власної акумуляторної батареї можлива незалежність від напруги загальної мережі електричного струму. Проте це є і недоліком даного інструменту, оскільки акумулятори потребують періодичної зарядки. Її виконують від загальної мережі однофазного струму з напругою 220 В.

Безпека щодо ураження електричним струмом персоналу під час роботи з електроінструментом класу III є його перевагою та стосується використання безпечної наднизької напруги. Використання акумуляторів із напругою 12 або 20 В дає повну безпеку для персоналу, а також повністю задовольняє потребу привідного електричного двигуна з погляду вольт-амперної характеристики для отримання необхідної потужності на виході з двигуна електроінструменту.

Безпеку праці під час виконання робіт з електроінструментом класу необхідно виокремлювати на дві категорії:

- використання засобів індивідуального захисту з метою уникнення дії електричного струму на персонал;
- використання засобів індивідуального захисту з погляду дії обертових рухомих частин електроінструменту, у тому числі гострої форми, а також шумового навантаження, пилу, бруду, стружки та інших видів шкідливих викидів матеріалів.

Перший з аспектів є досить обґрунтованим відповідно до ПБЕ, зокрема пп. 6.7.10, де вказано, що електроінструментом класів II і III дозволяється працювати без застосування індивідуальних засобів захисту в приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом, тобто в тих, де відсутні умови, що створюють підвищену або особливу небезпеку.

Другий аспект безпеки праці під час користування електроінструментом класу III стосується особистого контролю за небезпекою використання інструменту з рухомими робочими органами, що здійснюють обертальний, обертально-поступовий рух або інші види руху робочих органів. І в цьому разі Правилами безпечної експлуатації виокремлено кілька підпунктів.

Підпунктом 6.7.8 ПБЕ регламентовано перед початком виконання робіт з електроінструментом перевірку:

- відповідності напруги і частоти струму електричної мережі до напруги і частоти струму електродвигуна електроінструмента, зазначених у таблиці (паспортних даних);
- надійності закріплення робочого виконувального інструменту (свердел, абразивних кругів, дискових пил, ключів-насадок та ін.).

Стосовно тематики даної роботи в пп. 6.7.8 ПБЕ необхідно підкреслити надійність установки свердл, кругів, щіток на електроінструменті. Це є одним із заходів безпеки під час вико-

нання робіт з електроінструментом, що стосується електроінструменту всіх класів, у тому числі і III класу безпеки.

Згідно з пп. 6.7.17 ПБЕ, під час роботи електродриля предмети, що підлягають свердлінню, необхідно надійно закріплювати. Забороняється торкатися різального інструменту, що обертається. Дію даного підпункту Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів доцільно поширити на всі види електроінструменту, де на виході отримано обертовий рух робочого органу. Тобто, наприклад, під час виконання різальних робіт DIN-рейок, коробів, шин та інших матеріалів їх закріплення у спеціальному устаткуванні повинно бути міцним та надійним.

Використання засобів індивідуального захисту для персоналу, що користується електроінструментом класу III, із погляду другого аспекту безпеки праці під час виконання робіт є обов'язковим. Серед таких засобів виділяються захисні рукавички, навушники, захисні окуляри тощо.



Рис. 1. Використання засобів індивідуального захисту під час користування електроінструментом класу III

Співставляючи заходи, регламентовані Правилами безпечної експлуатації електроустановок споживачів, зокрема надійного закріплення робочих органів та матеріалів, які піддаються обробці, а також засобів індивідуального захисту під час роботи з електроінструментом із рухомими частинами, що обертаються, є можливість реалізації безпечних умов праці для персоналу в електроустановках з акумуляторним електроінструментом, що є безпечним для користування з погляду класифікації його як електроінструменту класу III за умовами безпеки згідно з пп. 6.7.1 ПБЕ.

Висновки. Безпечні умови праці під час використання електроінструменту класу III спрямовані, головним чином, на забезпечення безпеки для персоналу з погляду зниження небезпеки прояву рухомих обертових частин такого електроінструменту. Використання як джерела живлення акумуляторних батарей є досить ефективним рішенням, що одразу дає кілька переваг. Автономність та безпека роблять даний інструмент поширеним серед сучасних monterів. За рахунок використання вказаного інструменту заходи безпеки зводяться до комплектування персоналу виключно засобами індивідуального захисту від дії шуму, пилу, стружки та різних обертових робочих органів інструменту, а небезпеку ураження електричним струмом унеможливлено за рахунок використання безпечної наднизької напруги як джерела живлення електрифікованого інструменту.

**Список використаних джерел**

1. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Київ : Основа, 2007. 384 с.
2. Lin K., Mia W., Liao W. How to implement inclusive design into distinctive feature hand tool? a design study on fine operation-aid screwdriver. *Heliyon*. 2022. Vol. 8. DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e09866.
3. Matthiesen S., Germann R. Meaningful Prediction Parameters for Evaluating the Suitability of Power Tools for Usage. *Procedia CIRP*. 2018. Vol. 70. P. 241–246. DOI: 10.1016/j.procir.2018.02.040.
4. Vedder J., Carey E. A multi-level systems approach for the development of tools, equipment and work processes for the construction industry. *Applied Ergonomics*. 2005. Vol. 36, № 4. P. 471–480. DOI: 10.1016/j.apergo.2005.01.004.
5. Gerbers R., Mücke M., Dietrich F., Dröder K. Simplifying Robot Tools by Taking Advantage of Sensor Integration in Human Collaboration Robots. *Procedia CIRP*. 2016. Vol. 44. P. 287–292. DOI: 10.1016/j.procir.2016.02.135.
6. Arjun R., Chandrashekar N. Effects of DC-powered pistol grip tool location and orientation on operator upper extremity stiffness and damping. *Applied Ergonomics*. 2025. Vol. 126. Article 104491. DOI: 10.1016/j.apergo.2025.104491.
7. Altheimer J., Schneider J. Smart-watch-based construction worker activity recognition with hand-held power tools. *Automation in Construction*. 2024. DOI: 10.1016/j.autcon.2024.105684.
8. Örtengren R., Cederqvist T., Lindberg M., Magnusson B. Workload in lower arm and shoulder when using manual and powered screwdrivers at different working heights. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 1991. Vol. 8. P. 225–235. DOI: 10.1016/0169-8141(91)90034-J.
9. Torabi F., Ahmadi P. Battery technologies. *Simulation of Battery Systems*. 2020. DOI: 10.1016/B978-0-12-816212-5.00005-2.
10. Zhang L., Revathi S. Batteries, Rechargeable. *Encyclopedia of Materials: Electronics*. 2023. Vol. 3. P. 283–307. DOI: 10.1016/B978-0-12-819728-8.00067-X.
11. Юрченко О.Ю., Барсукова Г.В., Романенко М.О. Функціональні особливості інструменту для підготовки провідників електричного струму при монтажі електрообладнання та ремонті електропристроїв. *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2024. Вип. 24. Т. 1. DOI: 10.32782/2220-8674-2024-24-1-23.

Стаття надійшла до редакції 29.08.2025

Стаття прийнята 20.09.2025

Статтю опубліковано 25.11.2025



O. Yurchenko, H. Barsukova

Sumy National Agrarian University

SAFETY IN INSTALLING WORK WHEN USING CLASS III POWER TOOLS***Summary***

The use of class III power tools according to electrical safety conditions is the most reliable way to perform mechanized work in electrical installations. The advantages of using such a power tool are its autonomy due to the presence of its own independent power source of safe extra-low voltage, as well as safety in terms of preventing the effects of electric current on human health. Among the measures aimed at ensuring an adequate level of safety for personnel, according to the second aspect of safety, is the use of personal protective equipment aimed at protecting personnel from the negative effects of moving working parts of the power tool. Therefore, the effectiveness of using class III power tools has been confirmed in terms of both reliability and quality of work in electrical installations, which are not inferior to class I and II power tools, as well as the level of safety in terms of safety from electric shock. Using batteries as a power source is a fairly effective solution, which immediately gives several advantages. Autonomy and safety make this tool popular among modern installers. Due to the use of the specified tool, safety measures are reduced to equipping personnel exclusively with personal protective equipment against noise, dust, chips and various rotating working parts of the tool, and the danger of electric shock is eliminated by using safe



extra-low voltage as a power source for the electrified tool. By comparing the measures regulated by the Rules for the safe operation of consumer electrical installations, in particular the reliable fastening of working parts and materials to be processed, as well as personal protective equipment when working with power tools with moving, rotating parts, it is possible to implement safe working conditions for personnel in electrical installations with a battery-powered power tool that is safe to use from the point of view of classifying it as a class III power tool.

Keywords: safety, occupational safety, installation, power tools, safe extra-low voltage, PBE, electric energy, source of electric energy, technical operation.