

УДК614.89:613.647

Серверієва В. І., Одінец О. М.

## НЕОБХІДНІСТЬ УДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАХИСТУ ЛЮДИНИ ВІД ПОРАЗКИ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ

*У даній статті розглянуто і проаналізовано стан виробничого електротравматизму в сучасних умовах, внаслідок поразки електричним струмом. Проведена оцінка ефективності існуючих, в основному, вітчизняних методів і засобів індивідуального захисту персоналу.*

**Ключові слова:** електробезпека, струм, захист людини, засоби індивідуального захисту.

*В данной статье рассмотрено и проанализировано состояние производственного электротравматизма в современных условиях, вследствие поражения электрическим током. Оценена эффективность существующих, в основном, отечественных методов и средств индивидуальной защиты персонала.*

**Ключевые слова:** электробезопасность, ток, защита человека, методы индивидуальной защиты.

*In this article considered and analysed consisting of production elektrotravmatizma of modern terms, because of defeat an electric current. Efficiency of existing is appraised, mainly, domestic methods and facilities of individual defence of personnel.*

**Key words:** electric and energy, current, human safety, personal protective equipment.

**Постановка проблеми.** Електрична енергія широко використовується в усіх галузях господарювання, на транспорті, в побуті. Людина повсюдно застосовує силу електрики, але крім благ, вона як і раніше залишається джерелом надзвичайно високої небезпеки. Щоб зрозуміти її причини, треба глибше пізнати природу електрики та її вплив на організм людини [1], а також

продовжити пошуки способів зниження її негативної дії.

У промисловості електротравматизм у працівників у півтора разів вище, ніж у інших фахівців. Проте частота електротравматизму у працівників, не пов'язаних з обслуговуванням електроустановок, як і раніше залишається дуже висока [2].

Більшість випадків електротравматизму відбуваються при напрузі 220 і 380 В як найбільш поширених в промисловості і в побуті.

Великий внесок у встановлення первинних критеріїв електробезпеки, і зокрема, у встановлення гранично допустимих значень струму через тіло людини, внесли електрофізіологічні дослідження, виконані професорами Г. Фрайбергером, Л. Феррісом, Г. Вільямсом, Гурвічем, А. П. Кисельовим, В. Е. Манойловим, П. Осипкой.

Статистика виробничих показників стверджує, що травми викликані дією електрики на людину порівняно невисокі (0,5–1%) від загального числа нещасних випадків. Проте, доля летальних результатів від поразки електричним струмом на виробництві досягає 25–40%, причому майже 80% смертельних поразок електричним струмом відбувається при експлуатації електричних машин і механізмів з робочою напругою до 1000 В [3].

Однією з особливостей поразки електричним струмом є відсутність зовнішніх ознак загрожуючої небезпеки, які людина могла б завчасно виявити (побачити, почути, нюхати і тому подібне).

Велика частина електротравм доводиться на випадки, коли людина включається в електричну мережу руками (шлях струму «рука – рука»), або рукою і ногами (шлях струму «рука – ноги»). У цих випадках струм, що протікає, призводить до серйозних пошкоджень перш за все центральної нервової системи і таких життєво важливих органів, як серце і легені [4].

Більшість людей в процесі праці постійно або періодично знаходяться в умовах, коли вони можуть випадково опинитися під дією небезпечних значень струму.

В теперішній час основним засобом захисту персоналу, обслуговуючого електротехнічні установки змінного струму промислової частоти, є захисний комплект одягу: костюм, головний убір і взуття [2].

Ефективність дії цих засобів в основному визначається значенням їх електричного опору. Однак у низці випадків, наприклад, в умовах підвищеної вологості, наявності струмопровідного пилу та низки інших факторів, а також при пошкодженні рогового шару шкіри (садно, подряпина і ін.) загальна кількість електричного опору може різко знизитись, через що збільшується струм, що проходить через тіло.

Крім того, при підвищенні напрузі більш 800 В (рис. 1) можливий пробій рогового шару, чому опір тіла різко знижується, а значення приголомшуючого струму відповідно різко зростає [5].

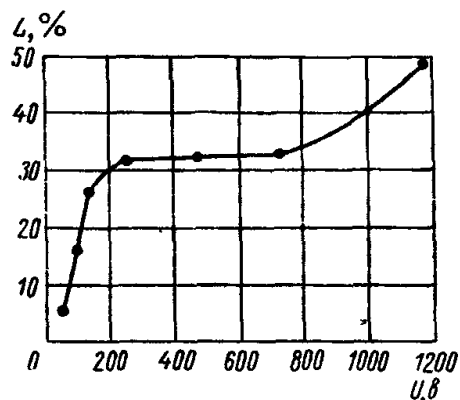


Рис. 1. Небезпека поразення електричним струмом залежно від прикладеної до тіла напруги.

Створення системи безпечної виробництва, яка відповідає світовим стандартам, – справа не одного дня. Працівник, який відчуває, що він захищений, працює в хороших умовах, одягнений у зручний, якісний і гарний спецодяг, який ще й адекватно захищає від поразки електричним струмом, відповідно здійснює роботу з високою якістю. Людина розуміє, що у разі виникнення непередбаченої ситуації засоби індивідуального захисту, так звана остання лінія оборони, дадуть йому набагато більше шансів вижити і зберегти своє здоров'я.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Проблемами безпеки і захисту від поразки електричним струмом займалися багато провідних фахівців, серед яких слід визначити роботи В. Е. Манойлова, Р. В. Сабарно, П. А. Доліна [2; 3; 6].

У середині минулого століття С. Кеппен запропонував наступну класифікацію значення струму за ступенем небезпеки поразення людини електричним струмом: безпечний – до 25 мА, утримуючий від 25 до 80 мА, смертельний (фібриляційний) – від 80 мА до 3 А, смертельний з залишанням «міток» на тілі – від 3 до 8 А. Якщо проаналізувати цю градацію, то можна побачити, що значення у 100 мА як безумовне смертельне значення дослідник С. Кеппен під сумнів не ставить [7; 8].

Крім того, А. Н. Орлов [9] у своїх роботах помічає, що при кожній побутовій (як і при промисловій) електротравмі в тій або іншій мірі поразяється центральна нервова система.

**Мета статті** – проаналізувати загальний стан виробничого електротравматизму в Україні в сучасних умовах, оцінити ефективність існуючих методів і засобів індивідуального захисту персоналу й визначити перспективні напрямки подальших досліджень.

**Викладення основного матеріалу.** При проведенні розслідувань нещасних випадків або професійних захворювань серед причин, внаслідок яких вони відбулися, визначається відсут-

ність у працівників засобів індивідуального захисту або їхнього невикористання. Через це кожен рік кількість травмованих продовжує залишатися на достатньо високому рівні.

Людина може виявитися у сфері дії електричного поля або при безпосередньому зіткненні з проводниками електричного струму, або в ситуації, коли на струмопровідному корпусі устаткування, наприклад, в результаті короткого замикання, може раптово з'явитися небезпечна для життя напруга.

Небезпека поразки електричним струмом посилюється тим, що, по-перше, струм не має зовнішніх ознак і, як правило, людина без спеціальних приладів не може завчасно виявити небезпеку, що загрожує йому; по-друге, дії струму на людину в більшості випадків призводить до серйозних порушень найбільш важливих життєдіяльних систем, таких як центральна нервова, серечно-судинна і дихальна, що збільшує тягар поразки; по-третє, змінний струм здатний викликати інтенсивні судоми м'язів, що приводять до не відпускаючого ефекту, при якому людина самостійно не може звільнитися від дії струму; по-четверте, дія струму викликає у людини різку реакцію відсмикування, а у ряді випадків і втрату свідомості, наприклад, при роботі на висоті може привести до травмування в результаті падіння [10].

За характером призначення всі засоби захисту від поразки електричним струмом можна поділити на два види: засоби колективного і засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).

Безумовно, вживання і використання засобів колективного захисту (прихованої проводки, забезпечення недоступності струмопровідних частин і тому подібне) в нормальному режимі роботи електроустаткування дозволяє повністю запобігти або значно понизити долю і можливих негативних наслідків дії електричного струму. Проте, у ряді випадків, наприклад, робота в спеціальних умовах, можливість виникнення аварії та інших подібних ситуаціях потрібне використовувати ЗІЗ. Їх використовують також у тих випадках, коли засоби колективного захисту дороги недоцільні і неефективні, а також коли безпечність робіт не можна забезпечити конструкцією обладнання, організацією виробничих процесів і санітарно-технічними засобами захисту [11].

Засоби індивідуального захисту застосовують для запобігання або зменшення впливу на працівників небезпечних виробничих і кліматичних факторів, тобто для створення безпечних умов праці і підвищення її продуктивності. ЗІЗ повинні забезпечувати найсприятливіші для організму людини співвідношення з навколишнім

середовищем, оптимальні умови для трудової діяльності, ефективний захист працівника, зручність при експлуатації і відповідати вимогам технічної естетики і ергономіки.

Виробництво засобів захисту людини в розвинених країнах – самостійна галузь, яка постійно розвивається і удосконалюється. Нажаль в Україні ситуація з використанням ЗІЗ залишає бажати кращого – працедавці заощаджують на даній статті витрат. При цьому у відповідності рядів статей Закону України «Про охорону праці» [12] роботодавець зобов'язаний забезпечити за власний рахунок придбання, комплектування, видачу та утримання ЗІЗ відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці та колективного договору [12; 13], при цьому якість ЗІЗ повинна бути на рівні світових стандартів.

Україна повинна прагнути до досягнення рівня, який у загальних положеннях, наведених у додатку II Директиви Ради Європейського Співтовариства 89/686/ЄЕС [14], де визначено, що ЗІЗ повинні забезпечувати належний захист від будь-яких небезпек, що можуть мати місце, тобто, від усіх передбачуваних ризиків. Окрім того, визначено поняття «найвищого можливого рівня захисту», який передбачає не просте застосування ЗІЗ за нормами, а забезпечення працівників ЗІЗ за рахунок захисту, який є адекватним до визначених небезпек.

За даними статистики в Україні і в країнах Заходу, причина переважної більшості випадків – це людський чинник. Вплив на поведінку співробітників у тій чи іншій ситуації, намагання сформувати таку культуру виробництва, коли людина працює безпечно без жодного нагляду.

Для оцінювання загального стану проблеми поразки електричним струмом в Україні досить проаналізувати статистику з декількох найбільших галузей народного господарства, наприклад, у паливно-енергетичному комплексі за період 2005 по 2009 рр. [15]. Так, протягом 2006 р. на підприємствах паливно-енергетичного комплексу сталося 346 випадків виробничого травматизму (у 2005 р. – 369 випадків), у яких постраждало 382 особи (у 2005 р. – 398 осіб). Кількість смертельно травмованих становить 39 осіб (у 2005 р. – 26 осіб). Кількість групових нещасних випадків за 2006 р. склала 17 (у 2005 р. – 18 групових нещасних випадків), у яких постраждало 53 особи (проти 48 – у 2005 р.).

Серед основних травмуючих факторів на підприємствах енергетичної галузі (електроенергетики, ядерної енергетики та атомно-промислового комплексу) протягом 2006 р. було ураження електрострумом 32 особи, з яких смертельно – 14 осіб (у 2005 р. – 27 осіб та 6 осіб відповідно).

За 2007 рік на підприємствах ПЕК сталося 314 випадків виробничого травматизму, у яких постраждало 336 осіб, з них зі смертельними наслідками – 28 осіб. За 2007 р. сталося 14 групових нещасних випадків, у яких постраждало 36 осіб.

На підприємствах електроенергетичної галузі внаслідок ураження електричним струмом загинуло 12 осіб. У атомно-промисловому комплексі внаслідок поразки електричним струмом загинула 1 особа, в нафтогазовій галузі внаслідок ураження електричним струмом загинула 1 особа.

Протягом 2008 р. на підприємствах ПЕК сталося 275 випадків виробничого травматизму, у яких постраждало 323 особи, з них із смертельними наслідками – 67 осіб. Протягом 2008 р. сталося 15 групових нещасних випадків, у яких постраждало 63 особи, з них зі смертельними наслідками – 38 осіб. Серед травмуючих факто-

рів слід виділити ураження електрострумом – 28 осіб, з них 12 осіб смертельно.

Протягом 2009 р. на підприємствах ПЕК, підпорядкованих Мінпаливенерго сталося 203 випадки виробничого травматизму у яких постраждала 221 особа, з них зі смертельними наслідками – 30 осіб. За звітний період сталося 12 групових нещасних випадків, у яких постраждало 30 осіб, з них із смертельними наслідками – 4 особи.

На підприємствах електроенергетичної галузі внаслідок поразки електрострумом травмовано 23 особи, з них 11 осіб – смертельно.

У нафтогазовому комплексі за фактором травмування внаслідок ураження електрострумом травмовано 3 особи, з них 2 особи – смертельно.

Узагальнені результати аналізу електротравматизму в ПЕК за період з 2005 по 2009 рр. представлені в табл. 1 і на рис. 2.

Таблиця 1.

Дані електротравматизму за період з 2005 по 2009 рр.

Галузь нагляду	2005	2006	2007	2008	2009
ПЕК	27	32	33	28	26
ПЕК (зі смертельними наслідками)	6	14	14	12	13

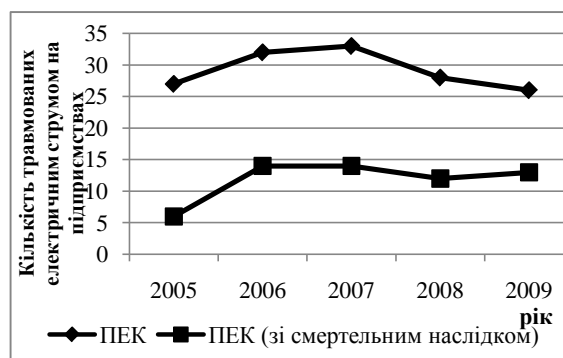


Рис. 2. Динаміка поразки людини від електричного струму.

Як видно з рис. 2, загальна кількість поразок електричним струмом із смертельним результатом за останні роки залишається на досить високому рівні. У окремі періоди спостерігається зниження кількості смертельних результатів на 50%, наприклад, в 2005 р. (див. рис. 2), яке можна віднести до ефективних організаційно-технічних заходів і пояснити посилюванням нагляду контролюючих органів. Проте повністю виключити випадки поразки електричним струмом із смертельним результатом застосовуючи традиційні засоби захисту доки навряд чи вдасться, оскільки вони, як правило, можуть забезпечити захист лише від проходження струму по дорозі «рука – ноги» або «нога – нога».

При випадковому одночасному дотику до токоведущим частин незахищеними руками, дорoga струму «рука – рука», існуючі засоби захисту взагалі не можуть забезпечити безпеку робітника. В цьому випадку для захисту людини не обхідно використовувати незручні ізолюючі рукавички, або, наприклад, костюм «Фарадея» [16]. Але всі ці засоби не досить зручні і ергономічні, до того ж частіше їх вартість надзвичайно висока.

#### Висновки.

1. За останні роки кількість потерпілих на виробництві в результаті дії електричного струму не знижується і залишається на високому рівні.

2. Існуючі і вживані нині засоби індивідуального захисту від поразки електричним струмом, як правило, можуть забезпечити безпеку людини лише при проходженні струму по шляху «руки-ноги» або захистить від виникнення напруги кроку.

3. Найбільш небезпечним випадком включення людини у ланцюг електричного струму залишається шлях «рука – рука», оскільки традиційні засоби захисту не забезпечують того рівня безпеки, який вимагається.

**Перспективи подальших досліджень.** Проблема електробезпеки до цього часу залишається актуальною, у зв'язку з цим потрібне подальше проведення наукових досліджень і розробка більш простих, ергономічних та ефективних засобів індивідуального захисту людини від поразки електричним струмом.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Гогіташвілі Г. Г. Основи охорони праці: навч. посібник / Г. Г. Гогіташвілі, В. М. Лапін. – [4-те вид., випр. і доп.]. – К. : Знання, 2008. – 302 с.
2. Манойлов В. Е. Основы электробезопасности. – [изд. 4-е, перераб. и доп.]. – Л. : Энергоатомиздат. Ленингр. отделение, 1985. – 384 с.
3. Электробезопасность на промышленных предприятиях : справочник / [Р. В. Сабарно, А. Г. Степанов, А. В. Слонченко, Г. Д. Харламов]. – К. : Техніка, 1985. – 288с.
4. Менумеров Р. М. Электробезопасность / Р. М. Менумеров. – Симферополь : Тезис, 2008 – 160 с.
5. Сервериева В. И. Пристрій індивідуального захисту людини від поразки електричним струмом / В. И. Сервериева, Р. С. Байрамов // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія машинобудування. – К. : НТУУ «КПІ». – 2010. – № 59. – С. 23–26.
6. Долин П. А. Основы техники безопасности в электроустановках. – [изд. 2-е, перераб. и доп.]. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 442 с.
7. Köppen S. Der elektrische Unfall-Anatomische, physiologische, klinische neurologische, psychologische Untersuchungen und technische Analysen nach Wechsel- und Gleichspannungsunfälle / S. Köppen, R. Eichler, P. Osypka // Elektromedizin, 1961. – S. 215–251; 1962, S. 35–59, 90–106.
8. Köppen S. Die Beurteilung von Herz- und Nervenerkrankungen und Schädigungen der inneren Organe nach elektrischen Unfällen / S. Köppen, P. Osypka // Berufsgenossenschaft. – Berlin, 1962. – № 3 – S. 106–109; № 4. – S. 141–145.
9. Орлов А. Н. Электротравма / А. Н. Орлов, М. А. Саркисов, М. В. Бубенко. – М. : Медицина, 1977. – 154 с.
10. Гажаман В. И. Электробезопасность на производстве / В. И. Гажаман. – К., 1998. – 272 с.
11. Безпека життєдіяльності : підручник / В. Г. Цапко, Д. І. Мазоренко, Ю. С. Скобло, Л. М. Тищенко ; [за ред. В. Г. Цапка]. – К. : Знання, 2008. – 397 с.
12. Закон України «Про охорону праці» від 2004 р.
13. Кодекс законів о труде от 06.02.2003.
14. Бородін В. Ф. Щодо забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту / В. Ф. Бородін, В. Б. Каньшин, Ю. В. Дучкіна // Інформаційний бюлетень з охорони праці. – № 1 (47). – К., 2008.
15. Міністерство палива та енергетики. Статистика. Травматизм на підприємствах ПЕК МІНПАЛІВЕНЕРГО [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/publish/category?cat\\_id=35081](http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/control/uk/publish/category?cat_id=35081).
16. ЭНЕРГОФОРМ. Индивидуальные экранирующие комплекты: защита от электрических полей и электромагнитных излучений. 15.06.2009 Клетка Фарадея из электропроводящей ткани, исключаяющая проникновение ЭМП внутрь экранированного пространства [Электронный ресурс]. – Режим доступу : <http://www.energoform.ru/>.