

# ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

УДК 658.382.3

Є. А. Бондаренко, канд. техн. наук, доц.

## ГРАНИЧНО ДОПУСТИМИ ЗНАЧЕННЯ НАПРУГ ДОТИКУ ТА СТРУМІВ ПРОМИСЛОВОЇ ЧАСТОТИ

*Запропоновано методика нормування гранично допустимих величин напруг дотику та струмів промислової частоти з урахуванням енергії, яка поглинається тілом людини.*

### Вступ

З кожним роком зростає виробництво та споживання електроенергії [1], а відтак кількість людей, які в процесі своєї життєдіяльності використовують (експлуатують) електричні пристрої та установки, збільшується. За багаторічними статистичними даними електротравми в загальному виробничому травматизмі складають близько 1 %, а в смертельному — 15 % і більше [2]. Останнє свідчить про тяжкість електротравм. Тому проблема ефективного захисту людей, які взаємодіють з електроустановками змінного струму промислової частоти (ЗСПЧ), набуває особливої ваги.

Для проектування заходів та засобів захисту людей від електротравм 30.07.1982 року в СРСР були встановлені нові норми гранично допустимих рівнів напруг дотику та струмів (ГОСТ 12.1.038-82), які гарантують безпеку праці людей під час їх взаємодії з електроустановками ЗСПЧ для нормального (неаварійного) режиму роботи електроустановок, та аварійного (табл. 1, 2) [3]. Напруга дотику і струми наведені в табл. 2 для тривалості дій не більше 10 хвилин в добу і встановлені, виходячи з реакції відчуття.

Таблиця 1

**Напруга дотику і струм, що протікають через тіло людини у разі нормального (неаварійного) режиму роботи електроустановки**

Вид струму	$U$ , В	$I$ , мА
	не більше	
Змінний, 50 Гц	2,0	0,3

Таблиця 2

**Гранично допустимі значення напруги дотику та сили струму, що проходить через тіло людини у разі аварійного режиму роботи електроустановки**

Вид струму	Нормована величина	Гранично допустимі значення при тривалості дії струму $t$ , с (не більше)											
		0,01...0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Понад 1,0
Змінний, 50 Гц	$U$ , В	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	36
	$I$ , мА	650	500	250	165	125	100	85	70	65	55	50	6

У 1988 році зі змінами та доповненнями набула чинності нова редакція ГОСТ 12.1.038-82, яка діє до теперішнього часу і відповідно до Угоди про співробітництво в галузі охорони праці визнається Україною як міждержавний стандарт [2]. Основні зміни стандарту стосується вибору граничних рівнів напруги дотику та струму, що проходить через тіло людини під час взаємодії людини з електроустановкою ЗСПЧ в аварійному режимі роботи. Нові значення гранично допустимих рівнів

напруг дотику та струмів за аварійного режиму виробничих ЗСПЧ показані в табл. 2.

Недоліком цього стандарту є те, що він не враховує взаємозв'язок з кількістю енергії, яка поглинається тілом людини, що дозволило б підвищити точність оцінки і рівень безпеки експлуатації електроустановок.

### Результати дослідження

Автором статті пропонується дещо інший підхід нормування гранично допустимих рівнів напруг дотику та струмів, який ґрунтується на обмеженні енергії, що поглинається тілом людини за час дії електричного струму.

Відповідно до [4] допустиму величину енергії  $W_{h, \text{доп.}}$ , яка поглинається тілом людини, можна отримати з виразу

$$W_{h, \text{доп.}} = P_{h, \text{доп.}} \cdot t, \quad (1)$$

де  $P_{h, \text{доп.}}$  — допустима величина потужності електромагнітної енергії, яка поглинається тілом людини, Вт;  $t$  — тривалість дії електричного струму на людину, сек.

Допустиму величину потужності електромагнітної енергії, яка поглинається тілом людини можна отримати з виразу

$$P_{h, \text{доп.}} = U_{\text{доп.}} \cdot I_{h, \text{доп.}} \cdot \cos \varphi, \quad (2)$$

де  $U_{\text{доп.}}$  — граничне значення напруги дотику, В;  $I_{h, \text{доп.}}$  — допустима величина струму, що проходить через тіло людини, мА;  $\varphi$  — кут зсуву фаз між ними.

З урахуванням (1) та (2) вираз для допустимої енергії, що поглинається тілом людини, набуде вигляду

$$W_{h, \text{доп.}} = U_{\text{доп.}} \cdot I_{h, \text{доп.}} \cdot t \cdot \cos \varphi. \quad (3)$$

Числову величину для  $W_{h, \text{доп.}}$  можна визначити з умови, що за граничні значення напруги дотику і струму беруться значення, наведені в табл. 1 для нормального (неаварійного) режиму роботи електроустановок при тривалості дії 10 хвилин, виходячи з реакції відчуття. З урахуванням цієї умови

$$W_{h, \text{доп.}} = 2 \cdot 0,3 \cdot 10^{-3} \cdot 600 \cdot \cos \varphi = 0,36 \cdot \cos \varphi \text{ (Дж)}. \quad (4)$$

Вираз (4) отриманий для допустимої енергії, яка поглинається тілом людини середньостатистичних параметрів. В реальних умовах параметри конкретної людини відрізняються від середніх величин, тому у вираз для допустимої енергії вводиться поправочний коефіцієнт  $k$ , який знаходиться в межах 0,8...1,2.

$$W_{h, \text{доп.}} = k \cdot 0,36 \cdot \cos \varphi \text{ (Дж)}. \quad (5)$$

Підставивши вираз (5) в (3), отримаємо залежність гранично допустимої напруги дотику від сили електричного струму промислової частоти та часу його дії:

$$U_{\text{доп.}} = k \frac{0,36}{I_{h, \text{доп.}} \cdot t} \text{ (В)}. \quad (6)$$

Отриманий вираз (6) враховує взаємозалежність допустимої напруги дотику від кількості енергії, яка поглинається тілом людини, за її взаємодії з електроустановками ЗСПЧ.

В табл. 3 показано порівнювальну характеристику значень граничних напруг дотиків та струмів за аварійного режиму роботи електроустановок за ГОСТ 12.1.038-82 та визначенні за рівнянням (6).

**Гранично допустимі значення напруги дотику та сили струму, що проходить через тіло людини у разі аварійного режиму роботи електроустановки за новою редакцією ГОСТ 12.1.038-82 та ті, що пропонуються**

Вид струму	Нормована величина	Гранично допустимі значення за ГОСТ 12.1.038-82, при тривалості дії струму $t$ , с (не більше)											
		0,01...0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	Понад 1,0
Змінний, 50 Гц	$U$ , В	550	340	160	135	120	105	95	85	75	70	60	20
	$I$ , мА	650	400	190	160	140	125	105	90	75	65	50	6
	Пропоновані гранично допустимі значення, за тривалості дії струму $t$ , с (не більше)												
	$t$ , с	0,01...0,08	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1...12 с
	$U$ , В	560	450	225	150	128	105	100	86	75	67	60	20
	$I$ , мА	8	8	8	8	7	7	6	6	6	6	6	1,5

За граничні величини ЗСПЧ прийняті найменше значення відчутного струму частотою 50 Гц — 1,5 мА для часу дії струму 1,1...12 с, та найменші значення невідпускаючого струму — 6...8 мА відповідно до [1, 2]. Час дії електричного струму промислової частоти, що проходить через тіло людини за аварійного режиму роботи електроустановки, обмежується до 12 с.

### Висновки

Пропонується методика нормування величини напруги дотику, струму, що протікає через тіло людини в аварійному режимі роботи електрообладнання ЗСПЧ, та часу дії в залежності від енергії, яка поглинається тілом людини, що дозволяє підвищити точність оцінки і рівень безпеки експлуатації електроустановок.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці : підруч. / Валерій Цезарійович Жидецький. — Львів : 2006. — 336 с. — ISBN 966-322-047-3.
2. Основи охорони праці : підруч. / [Ткачук К. Н., Халімовський М. О. Зацарний В. В. та ін.] ; за ред. К. Ткачука і М. Халімовського. — К. : Основа, 2006 — 448 с.
3. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов : ГОСТ 12.1. 038—82 ССБТ. [Введен 1983—07—01]. — М. : Издательство стандартов, 1985. — 6 с. — (Ограничение срока действия снято по протоколу №2-92 Межгосударственного Совета по стандартизации, метрологии и сертификации (ИУС 2-93). Переиздание (июль 2001 г.) с Изменением № 1, утвержденным в декабре 1987 г. (ИУС 4-88)).
4. Кутін В. М. Пристрій неперервного контролю електромагнітної енергії, поглинутої тілом людини, яка знаходиться в зоні впливу пристроїв надвисокої напруги / В. М. Кутін, Є. А. Бондаренко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. — 2008. — № 5. — С. 31—34.

Рекомендована кафедрою безпеки життєдіяльності

Стаття надійшла до редакції 13.10.10  
Рекомендована до опублікування 3.11.10

**Бондаренко Євгеній Аркадійович** — доцент кафедри безпеки життєдіяльності.  
Вінницький національний технічний університет, Вінниця