

УДК 658.382.3

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

М. В. Короленко, студ.

НОРМУВАННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ ПРОМИСЛОВОЇ ЧАСТОТИ

Запропоновано методику нормування величини напруженості та часу перебування людини в електричному полі промислової частоти з урахуванням енергії, яка поглинається тілом людини.

Вступ

Існує проблема ефективного захисту персоналу, який обслуговує відкриті розподільні пристрої, підстанції та повітряні лінії, від шкідливої дії електричного поля промислової частоти (ЕП ПЧ).

Питання про ступінь шкідливої дії ЕП ПЧ на працюючий персонал було поставлено в СРСР ще в п'ятдесятих роках минулого століття. Однак, тільки через десятки років були установлені перші норми (ГОСТ 12.1.002-75), які гарантують безпеку праці людини, що обслуговує електроустановки частотою 50 Гц, напругою 330 кВ та вище. ГОСТ 12.1.002-75 визначав допустимий час перебування людини в електричному полі промислової частоти в залежності від напруженості поля в зоні його знаходження, тобто на робочому місці (табл. 1).

Якщо напруженість поля на робочому місці перевищує 25 кВ/м або якщо вимагається більша тривалість перебування у полі, ніж вказано в таблиці 1, роботи повинні проводитися з використанням захисних засобів — екрануючих пристроїв.

Через декілька років, на підставі результатів медикобіологічних досліджень впливу ЕП ПЧ на людину, було встановлено нові норми електромагнітної безпеки промислової частоти — ГОСТ 12.1.002-84, які діють до теперішнього часу і лягли в основу ДСанПіН 3.3.6.096-2002 [1].

Таблиця 1

**Норми часу перебування людини в електричному полі електроустановок
промислової частоти протягом доби**

Напруженість електричного поля, кВ/м	Допустимий час перебування людини у полі
менше 5	не обмежується
від 5 до 10	не більше 3 годин
від 10 до 15	не більше 1,5 години
від 15 до 20	не більше 10 хвилин
від 20 до 25	не більше 5 хвилин

Особливістю цього стандарту є те, що допустимий час перебування людини в ЕП ПЧ за відповідної напруженості електричного поля для діапазону від 5 кВ/м до 20 кВ/м, визначається з залежності

$$t_{\text{доп}} = \frac{50}{E} - 2 \text{ (год.)}, \quad (1)$$

а для діапазону від 20 кВ/м до 25 кВ/м — не повинен перевищувати 10 хвилин.

Відповідно до [2] недоліком вказаних стандартів є те, що вони не враховують параметри конкретної людини, яка знаходиться в ЕП ПЧ, та взаємозв'язок з кількістю енергії електричного поля, поглинутої тілом людини.

Результати дослідження

Авторами цієї статті пропонується дещо інший підхід нормування впливу напруженості електричного поля, який ґрунтується на обмеженні енергії, що поглинається тілом людини за час знаходження в електричному полі.

Відповідно до [3] допустиму величину енергії $W_{h, \text{доп.}}$, яка поглинається тілом людини, можна отримати з виразу:

$$W_{h, \text{доп.}} = nE^2 t_{\text{доп.}} \quad (2)$$

де $n = \frac{V_h \rho_h \omega^2 \epsilon_0^2}{N_a^2} = \text{const}$, м²/Ом; $V_h = \frac{2}{3} \pi a b^2$ — об'єм тіла людини, м³; ρ_h — питомий опір тіла

людини, Ом·м; ω — кутова частота, с⁻¹; $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$, — діелектрична постійна, Ф/м;

$N_a = \frac{b^2}{a^2} \left[\left(\ln \frac{2a}{b} \right) - 1 \right]$ — коефіцієнт деполяризації еліпсоїда обертання вздовж осі обертання

(тобто a), який еквівалентний об'єму тіла людини; a , b — піввісі витягнутого еліпсоїда обертання, що відповідає розмірам тіла людини; E — напруженість електричного поля, кВ/м; $t_{\text{доп.}}$ — допустимий час перебування людини в електричному полі за відповідного рівня енергії, яка поглинається тілом людини, год.

З урахуванням того, що з напруженістю електричного поля 5 кВ/м допустимий час перебування, згідно з залежністю (1), складає 8 годин, тобто, робочу зміну, то числове значення для допустимої енергії, що поглинається тілом людини

$$W_{h, \text{доп.}} = n \cdot 5^2 \cdot 8 = 200n \text{ (Дж)}. \quad (3)$$

В реальних умовах зріст та вага тіла конкретної людини відрізняється від середніх величин, тому у вираз для допустимої енергії вводиться поправковий коефіцієнт, який згідно з [1] визначається як:

$$k = \frac{G_h \cdot 1,7^2}{a_h^2 \cdot 71,9},$$

де G_h , a_h — відповідно вага та зріст конкретної людини, яка знаходиться в ЕП ПЧ.

$$W_{h, \text{доп.}} = 200nk. \quad (4)$$

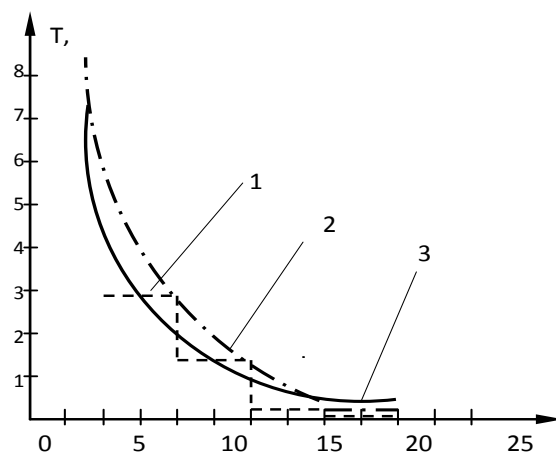
Підставивши вираз (4) в (2), отримаємо залежність допустимого часу перебування людини в ЕП ПЧ від напруженості поля для діапазону від 5 кВ/м до 25 кВ/м:

$$t_{\text{доп.}} = k \frac{200}{E^2} \text{ (год)}. \quad (5)$$

Отриманий вираз (5) враховує взаємозалежність допустимого часу перебування персоналу в ЕП ПЧ від кількості допустимої енергії, яка поглинається тілом людини, напруженості поля ЕП ПЧ та конкретних розмірів тіла людини.

На рисунку показані залежності допустимого часу перебування в ЕП ПЧ від напруженості поля для ГОСТ 12.1.002-75 — крива 1, ГОСТ 12.1.002-84 — крива 2 та залежність, що пропонується — крива 3.

У табл. 2 наведена порівняльна характеристика для контрольних точок залежності рисунку.



Залежність допустимого часу перебування в електричному полі від напруженості ЕП ПЧ

Порівняльна характеристика для контрольних точок залежності допустимого часу перебування в електричному полі від напруженості ЕП ПЧ

Напруженість електричного поля, кВ/м	Допустимий час перебування людини у полі		
	ГОСТ 12.1.002-75	ГОСТ 12.1.002-84	той, що пропонується
5	3 години	8 годин	8 годин
10	3 години	3 години	2 години
15	1,5 години	1,3 години	0,9 години
20	10 хвилин	30 хвилин	30 хвилин
25	5 хвилин	10 хвилин	18 хвилин

Висновки

Пропонується методика нормування величини напруженості та часу перебування людини в електричному полі з урахуванням енергії, яка поглинається тілом людини, що дозволяє підвищити точність оцінки і рівень безпеки експлуатації електроустановок.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Основи охорони праці : підручник / [Ткачук К. Н., Халімовський М. О. Зацарний В. В. та ін.] ; за ред. К. Ткачука, М. Халімовського. — К. : Основа, 2006 — 448 с.
2. Кутин В. Защитные свойства экранирующих комплектов для работ под напряжением на линиях электропередачи 330—750 кВ / Василий Кутин, Евгений Бондаренко // Электричество. — 1993 — № 11. — С. 20—26.
3. Кутін В. Пристрій неперервного контролю електромагнітної енергії, поглинутої тілом людини, яка знаходиться в зоні впливу пристроїв надвисокої напруги / Василь Кутін, Євгеній Бондаренко // Вісник Вінницького політехнічного інституту — 2008. — № 5. — С. 31—34.
4. Электрические поля промышленной частоты. Допустимые уровни напряженности и требования к проведению контроля на рабочих местах: ГОСТ 12.1. 002—84 ССБТ. [Введен 1986—01—01]. — М. : Издательство стандартов, 1985. — 5 с.

Рекомендована кафедрою теплоенергетики

Надійшла до редакції 15.12.09
Рекомендована до друку 17.02.10

Бондаренко Євгеній Аркадійович — доцент кафедри менеджменту в будівництві охорони праці та безпеки життєдіяльності;

Короленко Максим Вікторович — студент Інституту інформаційних технологій та комп'ютерної інженерії.

Вінницький національний технічний університет