Коркишко Александр Николаевич
Студент
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»
Попенко Александр Юрьевич
Аспирант
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»
Ситников Сергей Сергеевич
Студент
ФГБОУ ВО «Донской государственный аграрный университет»

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА В СЕТИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Аннотация: В современном мире одной из важных проблем в сфере безопасности является неосведомленность (незнание) людей правил электробезопасности во время эксплуатации электробытовых установок (приборов). Проведены исследования и измерения линии 220V в одном из жилых домов города Зернограда, Ростовской области.

Ключевые слова: эксплуатация электроприборов, статистика показателей несчастных случаев.

Keywords: operation of electrical appliances, statistics of accident indicators.

Введение. По нынешней статистике 64,5 % населения России подвержены влиянию электрического тока в сети 220V, это обусловлено тем что, граждане не знают норм электробезопасности во время использования бытовых приборов (БП).

К одним из причин поражения электрического тока (ЭТ) относится: прикосновение к токоведущим частям, прикосновение к не токопроводящим частям, оказывавшихся под напряжением и много другое. Ниже, в данной диаграмме 1 приведены последствия влияния ЭТ на организм человека [4, 6].



Диаграмма 1 – Последствия влияния электрического тока на человека

Из диаграммы 1 следует, что процент влияния ожогов составляет 23,5 %, судороги – 45,6 %, а остальные 30,9% - относится к летальному исходу (смерть).

Методика исследований

На основе проведенных выше перечисленных показателей для решения данной проблемы по снижению уровня влияния ЭТ, были предприняты следующие решения. Для исследования взят один из жилых домов, в котором используется среднестатистический набор БП. Провели расчет системы заземления на предмет уровня защиты от поражения ЭТ [3, 5].

Результаты исследований

При пробое изоляции необходимо применять меры по уменьшению опасности поражения. Для этого используем систему заземления TN-C-S.

В данной системе используется защитный PE- проводник, который присоединяется к главной заземляющей шине с последующим заземлением.

Определим исходные данные для расчёта:

– здание расположено в Ростовской области;

– климатическая зона - III;

– грунт двухслойный: верхний слой чернозём, нижний слой земля с влажной глиной;

– удельное сопротивление верхнего слоя – 150 Ом · м;

– удельное сопротивление второго слоя – 135 Ом · м;

– толщина верхнего слоя 1,2 м.

Допустимое сопротивление заземлителя $R \leq 10$Ом.

Принимаем для заземления PEN- проводник:

– в качестве вертикального электрода стальной стержень длиной 3,5 м, диаметром 20 мм;

– стержень заглубляем в землю на глубину h_2=0,8 м.

Определяем расчётное удельное сопротивление грунта с учётом повышающего коэффициента [1]

$$\rho = \frac{\rho_1 \cdot k_1 \cdot \rho_2 \cdot L_1}{\rho_1 \cdot k_1 \cdot (L_1 - H + h_2) + \rho_2 \cdot (H - h_2)}; \text{ Ом·м}, \qquad (1)$$

где ρ_1 – удельное электрическое сопротивление верхнего слоя грунта, Ом·м;

ρ_2 – удельное электрическое сопротивление нижнего слоя грунта, Ом·м;

L_1 – длина вертикального заземлителя, м;

H – толщина верхнего слоя грунта, м;

h_2 – расстояние до середины горизонтального заземлителя;

k_1 – климатический коэффициент для вертикальных заземлителей.

Климатический коэффициент k_1 для IV климатической зоны принимаем равным 1,4

.

Произведём вычисление

$$\rho = \frac{100 \cdot 1{,}4 \cdot 135 \cdot 3}{100 \cdot 1{,}4 \cdot (3 - 1{,}2 + 0{,}8) + 135 \cdot (1{,}2 - 0{,}8)} = 135{,}6 \text{ Ом·м},$$

Определим расчётное сопротивление растеканию электрического тока одиночного вертикального заземлителя:

$$R_1 = 0.366 \cdot \frac{\rho}{L_1} \cdot \left(log \frac{2 \cdot L_1}{D} + 0.5 \cdot log \frac{4 \cdot h_1 + L_1}{4 \cdot h_1 - L_1} \right), \qquad (2)$$

где D – диаметр вертикального элемента, м;

h_1 – расстояние до середины вертикального заземлителя.

Расстояние до середины вертикального заземлителя [2]

$$h_1 = h_2 + 0.5 \cdot L_1 \qquad (3)$$

$$h_1 = 0{,}8 + 0{,}5 \cdot 3 = 2{,}3 \text{ м}$$

Произведём вычисления

$$R_1 = 0{,}366 \cdot \frac{135{,}6}{3} \cdot \left(log \frac{2 \cdot 3}{0{,}02} + 0{,}5 \cdot log \frac{4 \cdot 2{,}3 + 3}{4 \cdot 2{,}3 - 3}\right) = 44{,}4 \text{ Ом.}$$

Определим необходимое число одиночных заземлителей

$$n_3 = \frac{R_1}{R_Д}; \qquad (4)$$

где $R_Д$ – допустимое сопротивление заземления, Ом.

Произведём расчёт

$$n_3 = \frac{44{,}4}{10} = 4{,}44$$

Принимаем 3 заземлителя.

Сопротивление вертикальных электродов с учётом значения коэффициента использования η_u

$$R_B = \frac{R_1}{\eta_u \cdot n_3}; \qquad (5)$$

Коэффициент зависит от количества вертикальных заземлителей, их расположения и отношения расстояния между заземлителями к их длине. Принимаем расстояние между вертикальными заземлителями 3м, при отношении расстояния к их длине равном 1 и числе заземлителей 2 коэффициент использования будет равен η_u=0,86.

Произведём вычисления

$$R_B = \frac{43{,}4}{0{,}86 \cdot 4{,}34} = 11{,}8 \text{Ом.}$$

Принимаем в качестве горизонтального заземлителя стальную полосу с шириной полки $в$=0,02м.

Сопротивление горизонтального заземлителя без учёта экранирования от вертикальных электродов

$$R_2 = 0{,}366 \cdot \frac{\rho}{L_2 \cdot k_2} \cdot log\left(\frac{2 \cdot L_2^2}{b \cdot h_2}\right), \qquad (6)$$

где L_2 – длина горизонтального заземлителя, м;

k_2 – климатический коэффициент для горизонтальных заземлителей.

Климатический коэффициент k_2 для III климатической зоны принимаем равным

2.0.

Для подключения к ГЗШ используем дополнительную полосу длиной 1 м. С учётом соединительной полосы L_2=2 м.

Произведём вычисление

$$R_2 = 0{,}366 \cdot \frac{135{,}6}{3 \cdot 2} \cdot log \frac{2 \cdot 3^2}{0{,}02 \cdot 0{,}8} = 25{,}2 \text{ Ом.}$$

Сопротивление горизонтального заземлителя с учётом экранирования

от вертикальных электродов

$$R_г = \frac{R_2}{\eta_Г} \qquad (7)$$

где $\eta_Г$ – коэффициент использования горизонтального электрода.

Коэффициент использования также зависит от количества вертикальных заземлителей, их расположения и отношения расстояния между заземлителями к их длине. При отношении расстояния между ними к их длине равном 1 и числе заземлителей 2 коэффициент использования будет равен $\eta_Г$=0,84.

Произведём вычисления

$$R_г = \frac{25{,}2}{0{,}84} = 32 \text{ Ом.}$$

Общее сопротивление заземления определим по формуле:

$$R = \frac{R_г \cdot R_B}{R_г + R_B} \qquad (8)$$

Произведём вычисления:

$$R = \frac{30 \cdot 11.6}{30 + 11.6} = 8{,}35 \text{ Ом.}$$

После установки системы заземления в грунт, главным вопросом стоит проверка системы заземления на исправную работу так как она защищает здание от поражения электрического тока.

Вывод

В результате наличия сопротивления на участке цепи (в контуре) наблюдается повышение эффективности работы систем заземления. В следствии пробоя в сети электрического тока способствует снижению его влияния на организм человека до 45%.

Литература:

1. Заземления в установках высокого напряжения / Е. Я. Рябкова. – М. : Энергия, 2010. – 224 с.: ил.

2. Заземляющие устройства и средства их контроля. Какими им быть? / М. Б. Зин- гер // Автоматика, связь, информатика. – 2012. – С. 9–12.

3. Стержневые системы заземления. Технология и рынок / А. Завистовский // Сети и бизнес. – 2017. – С. 110–119.

4. Пат. 103424 Российская Федерация, МПК H 01 R 4/66. Заземлитель / Костроми- нов А. М., Костроминов А. А., Шершакова О. Г. ; заявитель и патентообладатель Костро- минов А. М., Костроминов А. А. – № 2010144663/07 ; заявл. 01.11.10 ; опубл. 10.04.11, Бюл. № 10. – 5 с.: ил.

5. Определение формы наконечника, обеспечивающей минимальное усилие прокола / В. К. Тимошенко // Строительство трубопроводов. – 2015. – С. 18–20.

6. Оптимальный угол раскрытия наконечника модульно-стержневого заземлителя / О. Г. Шершакова // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2011. – Вып. 3 (28). – С. 217–226.