### **Нормирование предельно допустимых значений силы тока и напряжения прикосновения**

#### **Введение**

Электрический ток является одним из основных источников опасности для человека при работе с электроустановками и электроприборами. Для предотвращения травм и несчастных случаев вводятся стандарты и нормы, регулирующие предельно допустимые значения силы тока и напряжения, с которыми человек может сталкиваться при прямом или косвенном прикосновении к электрическим цепям. Нормирование этих величин основано на медицинских, физиологических и инженерных исследованиях, целью которых является обеспечение безопасности в электросетях и на производстве.

#### **1. Понятие силы тока и напряжения прикосновения**

**Сила тока прикосновения** — это электрический ток, который проходит через тело человека при прикосновении к токоведущей части или оборудованию, находящемуся под напряжением. Сила тока, протекающего через организм, определяет возможные последствия для здоровья.

**Напряжение прикосновения** — это разность потенциалов, возникающая между двумя точками, с которыми контактирует человек. Оно возникает при прикосновении к частям электроустановки, которые находятся под напряжением, что может быть опасным для жизни.

#### **2. Влияние электрического тока на организм человека**

Эффект электрического тока на человека зависит от нескольких факторов:

* величины силы тока,
* частоты тока,
* длительности воздействия,
* пути прохождения тока через тело.

Различные виды токов воздействуют на организм по-разному:

* **Постоянный ток** вызывает непрерывное раздражение мышц, приводя к более медленным повреждениям по сравнению с переменным током.
* **Переменный ток** частотой 50-60 Гц (распространённый в электросетях) более опасен, так как вызывает судороги мышц, что может привести к невозможности самостоятельно освободиться от источника поражения.

Исследования показывают, что при определённых значениях тока возможны следующие последствия:

* 0,5 мА — ощущение тока, не представляющее угрозы,
* 10-15 мА — болевые ощущения, возможна потеря контроля над мышцами,
* 50-100 мА — смертельно опасные эффекты, в том числе фибрилляция сердца.

### **3. Нормы предельно допустимых значений силы тока и напряжения**

Согласно отечественным и международным стандартам, сила тока и напряжение прикосновения, с которыми человек может безопасно контактировать, регулируются в зависимости от условий эксплуатации и характера работы. В этом разделе подробнее рассмотрим стандарты и допустимые уровни напряжения и тока, основываясь на нормативных документах.

#### **3.1. Сила тока, проходящего через тело человека**

Нормы, регулирующие предельно допустимую силу тока, учитывают опасные эффекты воздействия электрического тока на организм. Важные документы, определяющие эти нормы:

* **ГОСТ Р 12.1.038-82 "Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов"** — основной стандарт, регулирующий уровни тока и напряжения, опасные для человека.
* **ГОСТ 12.1.019-79 "Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты"** — определяет основные принципы защиты и допустимые значения напряжений и токов для разных категорий условий.

Согласно этим стандартам, максимальная допустимая сила тока для человека устанавливается следующим образом:

* **При переменном токе частотой 50–60 Гц**:
  + до **0,5 мА** — безопасная величина, человек может ощущать прохождение тока, но это не представляет угрозы;
  + **10-15 мА** — возникают болевые ощущения, судороги мышц, возможна потеря контроля над телом;
  + свыше **50 мА** — опасное воздействие, возможна фибрилляция сердца, приводящая к смертельному исходу.
* **При постоянном токе**:
  + до **5 мА** — безопасная величина, организм ощущает ток, но последствий для здоровья нет;
  + **10-20 мА** — возможны мышечные спазмы и болевые ощущения;
  + свыше **30 мА** — опасно для жизни, возможно нарушение работы сердца.

#### **3.2. Допустимые значения напряжения прикосновения**

Допустимое напряжение прикосновения зависит от условий окружающей среды. Различают несколько категорий условий:

* **Нормальные условия** — отсутствие повышенной влажности, непроводящие полы и нормальная температура.
* **Особо опасные условия** — повышенная влажность, проводящие поверхности, работа в замкнутых пространствах.

В условиях нормальной эксплуатации для человека устанавливаются следующие предельные значения напряжения прикосновения:

* Для **переменного тока частотой 50–60 Гц**:
  + **до 50 В** — безопасное напряжение в обычных условиях (сухие помещения, непроводящие поверхности).
  + **до 12 В** — в особо опасных условиях (повышенная влажность, проводящие полы, металлические объекты).
* Для **постоянного тока**:
  + **до 120 В** в нормальных условиях;
  + **до 24 В** в особо опасных условиях.

Эти нормы определяются такими стандартами как:

* **ГОСТ Р 50571.8-94 "Электроустановки зданий. Часть 4. Требования безопасности. Защита от поражения электрическим током"**,
* **ГОСТ Р 12.1.030-81 "Электробезопасность. Защитное заземление, зануление"**.

### **4. Методы защиты от опасного воздействия электрического тока**

Для предотвращения электротравм применяются разные методы защиты, которые снижают вероятность воздействия опасных токов и напряжений на человека. В этом разделе рассмотрим основные способы защиты, установленные стандартами.

#### **4.1. Защитное заземление и зануление**

**Защитное заземление** — это подключение электроустановок к земле с целью отведения токов короткого замыкания и предотвращения возникновения опасного напряжения на корпусах оборудования. Этот метод защиты особенно эффективен в случае пробоя изоляции на металлические части, которые могут быть под напряжением.

**Зануление** — это соединение металлических частей оборудования, которые могут оказаться под напряжением, с нейтральной точкой генератора или трансформатора через нулевые проводники. Этот метод приводит к автоматическому отключению установки при коротком замыкании, защищая людей от поражения током.

Основные нормативные документы:

* **ГОСТ Р 12.1.030-81 "Электробезопасность. Защитное заземление и зануление"**,
* **ГОСТ Р 50571.7-94 "Электроустановки зданий. Часть 4. Защита от поражения электрическим током. Оборудование защитного отключения"**.

#### **4.2. Устройства защитного отключения (УЗО)**

**УЗО (устройство защитного отключения)** — это прибор, который срабатывает при превышении допустимого уровня тока утечки, автоматически отключая оборудование от сети. УЗО защищает от поражения током при прикосновении к токоведущим частям, а также при нарушении изоляции.

Основные стандарты для устройств защитного отключения:

* **ГОСТ Р 51326.1-99 "Аппаратура защитного отключения дифференциального тока"**,
* **ГОСТ Р 50571.3-94 "Электроустановки зданий. Часть 4. Защита от поражения электрическим током. Оборудование защитного отключения"**.

#### **4.3. Изоляция проводов и оборудования**

**Изоляция** — это основной метод защиты от поражения электрическим током. Надёжная изоляция проводов и токоведущих частей оборудования предотвращает прямое прикосновение человека к токоведущим частям, уменьшая риск поражения.

Требования к изоляции проводов и оборудования регламентируются стандартом:

* **ГОСТ 12434-83 "Провода и кабели с пластмассовой изоляцией"**,
* **ГОСТ Р 50571.1-2009 "Электроустановки низковольтные. Основные положения"**.

#### **4.4. Выравнивание потенциалов**

**Выравнивание потенциалов** заключается в соединении всех токоведущих частей электроустановки, металлических конструкций и других проводящих объектов с целью снижения разности потенциалов до безопасного уровня. Это предотвращает возникновение опасных напряжений прикосновения при неисправностях в системе.

Основные стандарты по защите выравниванием потенциалов:

* **ГОСТ Р 50571.1-2009 "Электроустановки зданий. Часть 1. Основные положения"**,
* **ГОСТ Р 50571.16-2007 "Электроустановки зданий. Часть 4. Защита от поражения электрическим током"**.

#### **Заключение**

Нормирование предельно допустимых значений силы тока и напряжения прикосновения — это важная мера для обеспечения безопасности при эксплуатации электрических установок. Соблюдение этих норм и использование современных средств защиты позволяют значительно снизить риски электротравм и предотвратить смертельные случаи. Внедрение новых стандартов и усовершенствование защитных систем продолжают оставаться приоритетными задачами в области электробезопасности.