

## Анализ и оценка поражения электрическим током в трехфазных электрических сетях напряжением до 1000 В

Студент гр. 10602217 Годун В.

Научный руководитель – Мордик Е.В.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Необходимость защиты человека на производстве от опасности поражения электрическим током обусловлено высокой электронасыщенностью современных технологических процессов и производств.

Если человек прикоснется к двум точкам электрической сети, которые имеют разный потенциал, в таком случае тело человека становится участком электрической цепи. То есть через тело человека будет протекать электрический ток, результатом является электротравма.

К местным электротравмам относятся электрические знаки, электрические ожоги, металлизация кожи, механические повреждения и электроофтальмия.

Общие электротравмы или электрические удары, характеризуются возбуждением живых тканей электрическим током, которое обуславливает судорожные сокращения мышц.

Причинами смерти от электрического тока являются прекращение дыхания, работы сердца и электрический шок.

Тело человека можно представить, как элемент электрической цепи. По закону Ома ток, протекающий через человека пропорционален приложенному напряжению и обратно пропорционален сопротивлению тела человека. В промышленных и бытовых сетях напряжение равно 380/220 В, то ток через человека можно определить, как:

$$I_h = \frac{380 / 220}{R_h}$$

где 380/220 – линейное / фазное напряжение сети, В;

$I_h$  - ток, протекающий через человека, А;

$R_h$  - сопротивление тела человека, Ом.

Сопротивление тела человека – величина нелинейная, колеблющаяся в широких пределах и зависящая от ряда факторов: состояния кожи, площади и плотности контактов, значения силы тока, протекающего через человека, значения приложенного напряжения, рода и частоты тока и продолжительности его воздействия. Так как сопротивление тела человека электрическому току нелинейно и нестабильно и вести расчёты с такими сопротивлениями сложно, принято условно считать, что сопротивление тела человека стабильно, линейно, активно и составляет 1000 Ом.

Факторы, влияющие на степень поражения человека электрическим током, разделяются на три группы:

- факторы электрического характера
- факторы неэлектрического характера
- факторы окружающей среды.

Факторы электрического характера. Ток, протекающий через человека, является главным поражающим фактором при электротравматизме. Чем сила тока больше, тем опаснее его действие.

Факторы неэлектрического характера. К этим факторам можно отнести:

- увеличение длительности протекания тока через человека;

- путь прохождения тока через тело человека;
- индивидуальные особенности человека;
- психологическую устойчивость человека;
- площадь контакта человека с проводником электрического тока;
- «плотность» контакта;
- состояние кожного покрова.

Путь прохождения тока через тело человека существенно влияет на исход поражения. Опасность поражения особенно велика, если ток проходит через жизненно важные органы (сердце, легкие, головной мозг) и воздействует непосредственно на эти органы. Если же ток не проходит через эти органы, то его воздействие является рефлекторным и вероятность поражения уменьшается. Такие пути тока в теле человека называются петлями тока.

Чаще всего электротравмы происходят по петле «правая рука - ноги». Наиболее опасны петли тока «голова - руки», «голова - ноги» и «рука - рука», когда ток проходит через головной, спинной мозг, сердце и легкие. Из наиболее часто встречающихся путей прохождения тока самым опасным является путь «правая рука - ноги», при этом почти 7% проходящего тока приходится на сердце.

Наименьшую опасность представляет путь «нога-нога», (при поражении шаговым напряжением), но этот случай, как и многие другие, вызывает судорожное сокращение мышц и падение человека, что приводит к более тяжелым ситуациям, чем, когда ток проходит по пути «рука - ноги» или другим путем.

Факторы окружающей среды. Существенное влияние на электробезопасность оказывает окружающая среда. Опасность поражения человека электрическим током зависит от состояния и вида помещения, где применяются электрические сети и электроустановки.

Рассмотрим случаи поражения электрическим током в трехфазной сети до 1 кВ.

В сети с изолированной нейтралью при нормальном режиме работы опасность прикосновения определяется полным электрическим сопротивлением проводов относительно земли, с увеличением сопротивления, опасность прикосновения уменьшается. А вот при аварийном случае напряжение прикосновения практически равно линейному напряжению сети, является самым опасным случаем.

В сети с глухозаземленной нейтралью при прикосновении к фазе в нормальном режиме работы человек оказывается практически под фазным напряжением сети. В случае аварии величина напряжения прикосновения лежит между линейным и фазным напряжением, зависит от соотношения между сопротивлением замыкания на землю и сопротивлением заземления.

Для предотвращения опасного воздействия электрического тока на человека в электроустановках применяются следующие меры защиты: защитное заземление; зануление; электрическое разделение сетей; применение малых напряжений; контроль и профилактика поврежденной изоляции; компенсация емкостной составляющей тока замыкания на землю; двойная изоляция; защитное отключение; выравнивание потенциала; защита от случайного прикосновения к токоведущим частям; оградительные устройства; электрозщитные средства и приспособления; предупредительная сигнализация; блокировки; знаки безопасности.

Электробезопасность и действие мер защиты от опасности поражения электрическим током обеспечиваются: конструкцией электроустановки; техническими способами и средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями. Технические способы и средства применяются отдельно или в сочетании друг с другом исходя из соображений обеспечения оптимальной защиты.

Значительное снижение показателей электротравматизма может быть достигнуто лишь применением защитных мер всех видов. Их сочетание определяется типом электроустройства и условиями их эксплуатации.