**ЛЕКЦИЯ 12**

**МЕРЫ ЭЛЕКТРОБЕЗОПАСНОСТИ**

**Меры защиты от поражения электрическим током:**

**1. Организационные:** инструктаж по ТБ, правильная организация рабочего места, применение средств индивидуальной защиты, сигнализация и др.

**2. Организационно-технические:** изоляция и ограждение токоведу-щих частей электрооборудования, применение блокировок, безопасных режимов работы сети, защитная изоляция и др.

**3. Технические меры** защиты разделяют на 2 группы:

**К первой** относят сверхнизкие (малые) напряжения, контроль изоляции, усиленную изоляцию, двойную изоляцию, защитное заземление и др. Эти меры обеспечивают защиту человека от поражения током путем снижения напряжения прикосновения или уменьшения тока, проходящего через тело при однофазном прикосновении до безопасных значений.

**Ко второй** относят зануление и защитное отключение, защищающие человека при попадании его под напряжение путем быстрого отключения электрического тока.

**Применение сверхнизких напряжений**

В ПУЭ – VII издание 2002 г. дается следующее определение сверхнизкого напряжения. Сверхнизкое (малое) напряжение (СНН) - напряжение, не превышающее 50 В переменного и 120 В постоянного тока. Сверхнизкие напряжения переменного тока получают с помощью понижающих трансформаторов.

В некоторых установках применяют напряжения ещё более низкие, например в медицинской технике, при водолазных работах – 12 В, в детских игрушках – до 6 В.

**Контроль изоляции**

Контроль изоляции - особо остро стоит при эксплуатации электрических сетей, работающих в режиме изолированной нейтрали. При однофазном прикосновении ток, протекающий через человека (*Ih*) равен:

,

где ,

т.е. в этих сетях условия электрической безопасности определяются сопротивлениями изоляции (*R*ф) и емкостью относительно земли (*С*ф). Т.е. при поддержании параметров сети *R*ф и *С*ф на соответствующей нормале уровне можно добиться обеспечения электробезопасных условий эксплуатации сети. Например, если в сети с изолированной нейтрали с фазным напряжениям *U*ф = 220 В обеспечить сопротивление изоляции не меньше 62 кОм, то ток через человека при однофазном прикосновении не превысит значения длительно допустимого тока, т.е. *Ih* < 10 мА.



Контроль изоляции осуществляется:

а) при приемо-сдаточных испытаниях, которые проводятся при вводе в эксплуатацию вновь смонтированных или вышедших из ремонта электрических устройств. Объем и нормы испытаний регламентируются ПУЭ, ПТБ и ПТЭ;

б) периодический контроль изоляции - измерение её сопротивления периодически в сроки, установленные Правилами или в случае обнаружения дефектов. Измерение согласно Правилам должно производиться на отключенной установке мегаомметром;

в) постоянный контроль изоляции – измерение сопротивления изоляции под рабочим напряжением в течение всего времени работы электроустановки без автоматического отключения. Отсчет сопротивления изоляции производится по шкале прибора постоянного контроля изоляции (ПКИ). При снижении сопротивления изоляции до предельно допустимого и ниже прибор подает звуковой или световой сигнал или оба сигнала вместе.

**Двойная изоляция**

В ПУЭ дается следующее определение изоляции.

**Основная изоляция** – изоляция токоведущих частей, обеспечивающая, в том числе защиту от прямого прикосновения.

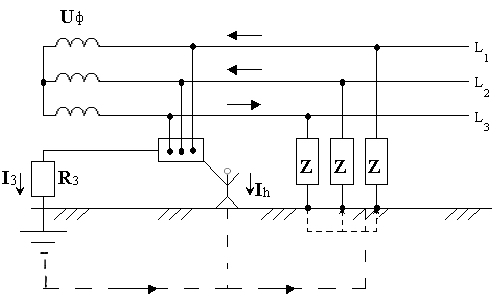
**Дополнительная изоляция** – независимая изоляция в электроуста-новках до 1 кВ, выполняемая дополнительно к основной изоляции для защиты при косвенном прикосновении.

**Двойная изоляция** является надежным и перспективным средством защиты человека от поражения электрическим током. Электрическое оборудование, изготовленное с двойной изоляцией, маркируется знаком. Особенно эффективно защитное действие двойной изоляции в электроинструменте.

**Усиленная изоляция** - изоляция, обеспечивающая степень защиты от поражения электрическим током, равноценную двойной изоляции.

**Защитное заземление**

**Защитное заземление** - это преднамеренное электрическое соединение с заземляющим устройством какой-либо точки сети, электроустановки или оборудования в целях электробезопасности (например, металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением при замыкании фазы на корпус при повреждении изоляции). Его применяют в сетях с изолированной нейтралью напряжением до 1000 В и в сетях выше 1000 В независимо от режима нейтрали. Суть заземления заключается в том, что все металлические корпуса и конструкции, на которых может появиться напряжения, заземляют, т.е. присоединяют к земле через малое сопротивления заземления *R*3. Оно во много раз меньше сопротивления человека *Rh* (рис. 1).



### Рис. 1. Схема защитного заземления

В случае замыкания на корпус практически весь ток замыкается на землю через заземлитель. Напряжение корпуса относительно земли *U*к = *I*3*R*3, где *I*3 – ток замыкания на землю:



Напряжение прикосновения в более неблагоприятном случае будет *U*пр ≈ *U*к, тогда

,

отсюда следует, что через человека будет тем меньше, чем меньше *R*3 и чем больше *Rh* и *Z*.

Согласно ПУЭ сопротивление заземления в электрических установках напряжением до 1000 В не должно превышать 4 Ом. При мощности подстанции до 100 кВ допускается *R*3 ≤ 10 Ом.

Заземлители бывают искусственные - специально выполненные для цели заземления (металлические стержни, уголки, трубки, полосы) и естественные – сторонняя проводящая часть, находящаяся в электрическом контакте с землей (металлоконструкции зданий и сооружений, железобетонные фундаменты, некоторые коммуникации, например, металлические трубы водопровода и т.д.) Не следует использовать в качестве естественных заземлителей трубопроводы горючих жидкостей, канализацию и центральное отопление.

По способу расположения относительно заземленного оборудования различают заземлители выносные – корпуса не находятся в зоне растекания тока; контурные – выполняются по периметру и внутри защищаемой территории, а также сосредоточенные.

Оценка эффективности действия защитного заземления производится сравнением значений тока *Ih*, вычисленных без учета заземления и с учетом заземления.

Задание 1.

Дано: *U*ф = 220 В, *R*h = 1000 Ом, *R*3 = 3 Ом, *R*ф = 3000 Ом.

Определить: эффективность защитного заземления в трехфазной трехпроводной сети с изолированной нейтралью

Решение.

Без заземления:

 мА.

С заземлением:

 мА,

### *U*к = 0,22·3 = 0,66 В, *Ih* = 0,66/1000 = 0,66 мА.

Вывод: защитное заземление эффективно.

Исследуем эффективность защитного заземления в трехфазной четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью по схеме (рис. 2).

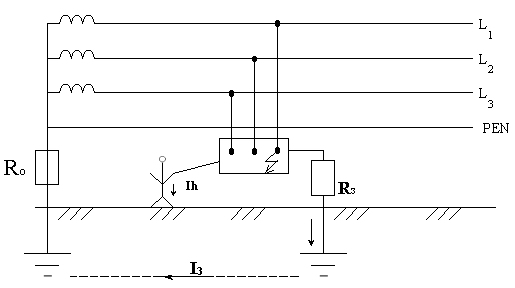


Рис. 2. Схема заземления

*R*о – сопротивление заземленной нейтрали;

*R*3 – сопротивление заземленной электрической установки;

*U*к – напряжение корпуса электрической установки относительно земли.

Из схемы видно, что в случае замыкания фазы на корпус электрической установки ток замыкания *I*3 последовательно проходит через сопротивление *R*3 и *R*о и определяется выражением:

,

*U*k = *I*3·*R*3 *R*o ≈ *R*3, тогда

, ,

Задание 2.

Дано: *U*ф = 220 В; *R*h = 1000 Ом; *R*о = 3,3 Ом; *R*3 = 4 Ом; *R*ф = 3 кОм.

Определить: эффективность защитного заземления в трехфазной четырехпроводной сети с глухозаземленной нейтралью

Решение.

Без заземления:



С заземлением:

; *U*к = 304 = 120 В,

,

Вывод: защитное заземление неэффективно, т.к. *Ih* - смертельно опасен для человека.

Основной мерой защиты от замыкания на корпус в электрических сетях напряжением до 1000 кВ с глухозаземленной нейтралью является зануление.