

УДК 621.315.1.027.3

## НАВЕДЁННОЕ НАПРЯЖЕНИЕ

Бушков П.Е.

Научный руководитель – старший преподаватель Пекарчик О.А.

### Причины возникновения

**Наведенное напряжение** возникает на выведенной в ремонт и обесточенной воздушной линии электропередач (ВЛ), вследствие влияния на нее электромагнитного поля расположенной в непосредственной близости работающей электроустановки или другой ВЛ, которая находится под напряжением. Таким образом, ВЛ, которая проходит параллельно отключенной линии, наводит сторонний потенциал, который представляет существенную опасность для обслуживающей ремонтной бригады. Значение наведенного напряжения в проводе изменяется в зависимости от протяженности участка, на котором ВЛ идут параллельно, тока нагрузки и величины рабочего напряжения, отдаленности фазных проводов, метеорологических условий. Потенциал, который наведен на ВЛ, объединяет в себе два вида воздействия – **электромагнитную** и **электростатическую** составляющую:

**Электромагнитная часть** появляется под действием магнитного поля, возникающего от протекания тока по работающей рядом ВЛ. Отличительной особенностью данной составляющей является то, что при заземлении даже в нескольких местах линии, она не изменяет свою величину. Единственное, что можно изменить с помощью заземлений – это расположение точки нулевого потенциала.

**Электростатическая часть**, в отличие от электромагнитной, устраняется путем заземления линии в ее концах и в месте ведения работ. Снизить же величину наведенного напряжения возможно установив заземление хотя бы в единственной точке ВЛ. Имеется проводник, обозначенный на слайде 2 как А-А. При протекании по нему переменного тока создается электромагнитное поле, интенсивность которого уменьшается по мере отдаления от проводника (на изображении можно заметить снижение яркости окраски). Также изменяются пульсации электромагнитного поля с изменением направления и величины тока. При попадании в поле любого другого проводника в нем индуцируется наведенное напряжение. Ниже на следующем слайде показаны проводники с подключенными измерительными приборами для определения величины напряжения.

### Какое значение считается опасным для персонала?

Считается, что если на отключенной ВЛ присутствует наведенное напряжение и его значение не превышает 25 В, то ремонтные мероприятия производятся с применением обычных средств защиты. В случае превышения безопасной величины следует пользоваться специальными средствами защиты и выполнять технические мероприятия, обеспечивающие требуемую степень защиты от опасного воздействия наведенного потенциала. Такими мерами безопасности могут быть разземление в начале и конце линии, разрез провода, установка заземления на участках ВЛ.

### Факторы, определяющие величину рабочего напряжения

Их три. Это **значение рабочего тока, протекающего по проводнику**. Например, по воздушной линии электропередачи или пересекающей контактной сети переменного тока железной дороги. В целом, это и понятно. Ведь чем больше значение тока, протекающего по рабочему проводнику, тем, естественно, и сильнее электромагнитное поле вокруг этого проводника. Соответственно, будет выше и значение наведенного напряжения в нерабочем проводнике. Далее. **Расстояние между рабочим проводником и нерабочим**. То есть между запитанными линиями и отключёнными линиями электропередачи. Аналогично и с расстоянием между этими проводниками. Чем ближе нерабочий проводник расположен к рабочему, тем он больше попадает в более сильное электромагнитное поле рабочего

проводника. Соответственно, в нерабочем проводнике возникает и более высокое наведенное напряжение. И наоборот. По мере удаления нерабочего проводника от рабочего, ослабевает электромагнитное поле и соответственно - уменьшается значение наведенного напряжения в нерабочем проводнике. И наконец - значение **длины параллельного следования рабочего и нерабочего проводников**. Чем больше расстояние параллельного или попутного следования какой - либо запитанной воздушной линии с отключенной воздушной линией, тем более сильное она испытывает влияние электромагнитного поля запитанной линии. И соответственно, будет выше и значение наведенного напряжения в отключённой линии. При эксплуатации энергоустановок в целях обеспечения надлежащей электробезопасности следует учитывать все вышеперечисленные факторы, влияющие на величину наведенного напряжения. Но это мы рассмотрели лишь физическую сущность наведенного напряжения. Так сказать, его лицо. А характер этого явления? В чём проявляется коварство наведенного напряжения и каковы последствия для персонала, попавшего под его воздействие?

Наведенное напряжение воздействует на организм человека аналогично рабочему напряжению. Так, протекание тока от наведённого напряжения через жизненно важные органы либо парализует их (при малой величине тока), либо разрушает (при более значительных токах). Причём, как правило, при этом не происходит сильных ожогов или возгораний, так как мощность этого поражающего фактора невелика. В то же время величина наведенного напряжения достаточна, чтобы преодолеть сопротивление одежды и обуви. Иначе говоря, там, где попадание человека под рабочее напряжение 220 или 380 вольт иногда может окончиться благополучно из-за изолирующих свойств одежды и обуви работающего, то в случае с попаданием под наведённое напряжение, та же одежда и обувь будут пробиты.

#### Опасность явления

Нередко у персонала притупляется бдительность, проявляется расхлябанность и безрассудность к соблюдению ими Правил техники безопасности. Ведь не исключено, что во время их работы на отключенной, но не заземлённой цепи, в соседней рабочей цепи сможет возникнуть короткое замыкание или другой всплеск значения тока! Что тогда? Последствия непредсказуемы. Вплоть до смертельного исхода! Кроме этих факторов имеется еще два отличия, делающих наведенное напряжение значительно опаснее рабочего. Первое отличие состоит в том, что при попадании работающего под наведенное напряжение, этого факта никакая защита не чувствует и пострадавший находится под воздействием этого опасного фактора до его освобождения. Наведенное напряжение можно считать более опасным и коварным в отличие от рабочего в силу того, что на него никак не реагирует защитная аппаратура. Например, при попадании под него ремонтного персонала, работник будет находиться под опасным воздействием до момента освобождения от его влияния. А вот если на человека воздействует рабочее напряжение, то срабатывает защита и происходит автоматическое отключение, вследствие короткого замыкания.

Кстати, о коротком замыкании (КЗ). При КЗ в рабочей линии происходит наводка на отключенную ВЛ и многократное превышение тока, что, естественно, отражается на персонале, занятом ремонтом на отключенной ВЛ. Последствия могут быть весьма плачевными – от сильных ожогов, до протекания тока по жизненно важным органам с их поражением, вплоть до летального исхода. Поэтому не нужно пренебрегать правилами безопасности при проведении работ на отключенных ВЛ.

Самым надежным и правильным способом освобождения, пострадавшего от воздействия наведенного напряжения является принятие мер по исключению протекания поражающего тока через человека. С этой целью необходимо металлической связью соединить с «землей» часть энергоустановки, за которую держится пострадавший. То есть таким образом создать однопотенциальную зону в месте поражения руки пострадавшего разомкнутся, поскольку через него полностью прекратится протекание тока наведённого напряжения, что в данном случае происходит явно видно на слайде.

#### Способы устранения наводимых напряжений

Фактор наведенного напряжения вынуждает рабочих прибегать к работам только по одной бригаде на линии, если данная воздушная линия находится под действием наведенного напряжения

Еще один вариант — разделить линию на несколько отдельных не связанных между собой участков, а затем поочередно их восстанавливать, и хотя такое решение связано с лишними затратами, к нему прибегают для обеспечения безопасности людей. Альтернатива — работа под напряжением, тогда сразу несколько бригад могут работать на одной линии.

Разработка расчётных комплексов для определения точек заземления, что обеспечит безопасность бригады

Если контакт будет случайно потерян, то точка нулевого потенциала тут же сместится в другое место, а рабочее место окажется под наведенным напряжением, и люди подвергнутся риску. По этой причине лучше всего делать для надежности два защитных заземления.

### Литература

1. <http://electricalschool.info/main/electrobezopasnost/1820-navedennoe-napryazhenie-i-mery-zashhity.html>
2. <https://samelectrik.ru/chto-takoe-navedennoe-napryazhenie.html>
3. <http://foraenergy.ru/navedennoe-napryazhenie-i-mery-zashhity/>