

Безопасность персонала распределительных устройств и трансформаторных подстанций

Журавков Н.М., Вершеня Е.Г.

Белорусский национальный технический университет

Аннотация:

В данной статье рассматриваются особенности распределительных устройств и трансформаторных подстанций и влияние электромагнитных полей на обслуживающий персонал.

Текст доклада:

Электрическая энергия является самой доступной и удобной для преобразования ее в другие виды энергии и передачи на огромные расстояния без значительных потерь. Особое значение приобретают автоматические меры защиты, предотвращающие аварийные режимы работы электроустановок либо обеспечивают безопасность персонала при возникновении аварий.

Основным источником электроснабжения промышленных предприятий являются районные электроэнергетические системы. Расстояние между источниками энергии и потребителями, как правило, измеряется многими километрами, и передача электрической мощности на этом напряжении становится практически невозможной в связи со значительными потерями в передающих и распределительных сетях. Поэтому на электростанциях устанавливаются трансформаторы для повышения генераторного напряжения до значения 110 кВ и выше. Связь между электростанциями системы осуществляет ВЛ напряжением 220 кВ.

Распределительным устройством называется электроустановка, служащая для приема и распределения электроэнергии и содержащая коммутационные аппараты сборные и соединительные шины, вспомогательные устройства (компрессорные, аккумуляторные и др.), а также устройства защиты, автоматики и измерительные приборы.

Открытыми РУ (ОРУ) называется РУ, все или основное которое расположено на открытом воздухе.

Закрытым РУ (ЗРУ) называется РУ, оборудование которого расположено в здании.

Подстанцией называется электроустановка служащая для преобразования и распределения электроэнергии и состоящая из трансформатора или других преобразователей энергии, распределительных устройств, устройств управления и вспомогательных сооружений.

В настоящее время в цехах промышленных предприятий наибольшее распространение имеют комплексные трансформаторные подстанции КТП 6 ÷ 10/0,4 – 0,69 кВ.

КТП изготавливаются для внутренней (КТП) и наружной установки (КП ПН) и выполняются с трансформаторами мощностью 4 ÷ 40МВА напряжением 35 ÷ 220/6 ÷ 0,69 кВ, применяются трансформаторы мощностью 160 ÷ 2500 кВА.

Во время работы трансформатора в его обмотках и стальных сердечниках выделяется тепло. По способу охлаждения трансформаторы делятся на сухие и масляные. Сухими называют трансформаторы, охлаждение которых происходит не за счет масла, а за счет атмосферного воздуха. Это упрощает их конструкцию за счет отсутствия радиаторов охлаждения, расширительных масляных баков, а также необходимости диагностики состояния масла.

При соприкосновении с воздухом, масло интенсивно его поглощает и кислород поглощенного воздуха в масле частично вступает с ним в химическую реакцию окисления. При понижении температуры масло выделяет часть поглощенного воздуха и если в масляных аппаратах, то масло подвергается термическому распаду (креинг) на газообразные составляющие. Из него выделяются метан, водород, этилен, ацетилен и другие газы, образующие с воздухом взрывоопасные смеси, которые могут взорваться под действием электрических дуг или искр.

Перегрев и воспламенение изоляции трансформаторов возникают при различных аварийных явлениях, к которым относятся следующие:

- межвитковые короткие замыкания по причине заводского брака в изоляции катушек, длительных перегрузок трансформаторов, замыкания отводов проводов и др.;

- большие переходные сопротивления в местах неплотных соединений в трансформаторе;

- пожар стали магнитовода – явление чрезмерного нагрева вихревыми потоками какой-либо части магнитопровода из-за нарушения изоляции между магнитопроводом и стягивающими шпильками.

Меры по предупреждению пожарной опасности от трансформаторов делятся на две группы.

К первой относятся предохранительные устройства и приборы электрической защиты от перегрузок и коротких замыканий.

Во вторую группу входят: рациональное размещение трансформаторов. Соответствующее оборудование трансформаторных помещений, выбор оптимальных средств тушения пожаров.

Предохранительные устройства пожарной профилактики следующее:

- газовые реле;
- выхлопная труба;
- предохранительный клапан;
- приборы теплового контроля;
- приборы электрической защиты.

ЗРУ напряжение до и выше 1 кВ размещаются в отдельных помещениях. В одном общем помещении с РУ напряжением до и выше 1 кВ устанавливается один трансформатор мощностью до 630 кВА или двух масляных мощностью каждый 400 кВА, отдельных один от другого и от остального помещения перегородкой с пределом огнестойкости E160. Вентиляция помещений трансформаторов обеспечивает отвод выделяемого тепла, чтобы нагрев не превышал допустимых значений. Перекрытие кабельных каналов и двойных полов выполняют в виде съемных плит из негорючих материалов.

Распределительные устройства, трансформаторные подстанции (ТП) и линии электропередач (ЛЭП) являются источниками электрических и магнитных полей, представляющие очень сильные факторы влияния на состояние всех биологических объектов, попадающих в зону их воздействия (человека, растений, животных).

Оценка опасности воздействия электромагнитного поля на человека производится по величине электромагнитной энергии, поглощенной телом человека. Воздействие на организм человека зависит от напряженности поля и длительности пребывания в зоне его влияния (пространство, в котором напряженность электрического поля $E \geq 5000 \text{ в/м}$). Граница зон влияния располагается на расстоянии от ближайших токоведущих частей (по воздуху). При расстоянии ~ 20 м величина напряженности ~ 400 кВ; при 30 м - ~ 750 кВ. Величина напряженности убывает с увеличением расстояния до токоведущих частей. Напряженность электрической составляющей поля в РУ напряжением 500 кВ на высоте роста человека может достигать $E \approx 3000 - 15000 \text{ в/м}$, а емкостной ток протекающий через тело человека $\sim 0,4 - 0,5$ мА. Прикосновение человека, находящегося в электрическом поле к заземленным конструкциям сопровождается искровым разрядом.

Здоровый человек страдает от относительно длительного пребывания в поле ЛЭП. Кратко в режиме облучения (минуты) способен привести к негативной реакции у гиперчувствительных людей или у больных аллергией (развивается реакция по типу эпилептической). При продолжительном пребывании (месяцы – годы) людей в электромагнитном поле ЛЭП могут развиваться заболевания преимущественно сердечно-сосудистой и нервной систем организма человека. В последние годы в числе отдаленных последствий часто называются онкологические заболевания.

Испытательной лабораторией кафедры «Охрана труда» проводились исследования условий труда в рабочих зонах оперативного и ремонтного персонала Минских и Борисовских электрических сетей (ПС «Колядичи», «Восточная», «Северная» и др.) следующих профессий: «Электромонтер по обслуживанию подстанций», «Электромонтер по ремонту и обслуживанию электрооборудования», «Электрослесарь по ремонту оборудования распределительных устройств», «Электрослесарь (слесарь) дежурный и по ремонту оборудования».

Поскольку пребывание персонала происходит в зонах с различной напряженностью электрического поля (Е) измерения проводились в 10 контрольных точках в каждой из рабочих зон.

Анализ результатов измерений напряженности электрического поля промышленной частоты на рабочих местах персонала (ВЛ 110 – 330 кВ, ПС – 110 - 330 кВ) показал, что из более 100 обследованных зон в 96 зонах величина напряженности превышает 8 кв/м.

В соответствии с нормативными документами допустимые уровни напряженности электрических полей зависят от времени пребывания человека в опасной зоне. Присутствие персонала на рабочем месте в течении 8 часов допускается при напряженности электрического поля (Е) не превышающей 5 кв/м.

По результатам исследований величина Е изменяется в пределах $5,5 \div 25$ кв/м, что требует применения индивидуальных средств защиты и корректировании допустимого времени пребывания персонала в рабочей зоне $T = (E50/E-2)$. Работа в условиях облучения электрическим полем 20 – 25 кв/м может продолжаться не более 10 минут.

Превышение указанного времени может сопровождаться тяжелыми последствиями для электротехнического персонала.

Правила безопасности устанавливают, что работы в зонах с напряженностью 7 кв/м и выше проводят только со средством индивидуальной защиты в течение 1 дня.

В электроустановках напряжением 330 – 750 кВ применяют экранирующие костюмы, сетчатые экраны, навесные экранирующие козырьки и тросы, которые надежно заземляют.

Высота навесов 2 – 2,5 м, ширина – 1,5 м. Проходы и дорожки защищают прутковой сталью и тросами диаметром 5 – 6 мм, натянутыми параллельно на расстоянии 15 – 20 см. В некоторых случаях применяются передвижные экраны. Защитные костюмы изготавливают из металлизированной ткани и соединяют с землей для отвода емкостных токов.

Стационарные козырьки, навесы и перегородки выполняются из металлической сетки с ячейками не менее 50 x 50 мм и соединяются с заземляющим устройством.

Результаты проведенных исследований позволили классифицировать условия труда работников указанных профессий по классам опасности и установить обоснованные доплаты, дополнительные отпуска и другие льготы.