

### Выводы

– по полученным экспериментальным путём данным было установлено, что процесс самозапуска зависит от характера нагрузки, присоединённой к рабочим шинам собственных нужд. Отсюда и различие в полученных значениях  $U_{кр}$ ;

– также на основании проведённых исследований было отмечено, что двигатели с большим моментом инерции механизма затормаживаются медленнее, поэтому такие двигатели менее чувствительны к коротким перерывам питания;

– после проведённых расчётов и наблюдений можно отметить, что устойчивая работа двигателей зависит от их моментной характеристики: механизмы с постоянным моментом сопротивления допускают снижение напряжения в сети до значений  $0,7U_{ном}$ , в то время как механизмы с вентиляторным моментом сопротивления (момент сопротивления зависит от скольжения) допускают снижение напряжения в сети до  $0,55U_{ном}$ .

В заключении, нужно добавить, что процесс самозапуска большого числа асинхронных двигателей может быть облегчён, если в узле нагрузки имеются и синхронные двигатели. Регулирование или форсировка возбуждения этих двигателей позволяет иметь более высокое напряжение при самозапуске. Секционирование распределительных устройств и уменьшение мощности двигателей, участвующих в самозапуске, также облегчает его.

### Литература

1. Веников, В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах. – М.: Высшая школа, 1985.
2. Федосеев, А.М. Релейная защита электрических систем. – М.: Энергия, 1976.
3. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций. – М.: Энергия, 1976.
4. Методические указания по испытаниям электродвигателей собственных нужд электростанций и расчётам режимов их работы. Часть 2. Приложение 1. Расчёт режимов работы электродвигателей собственных нужд при перерывах питания. – М.: Союзтехэнерго, 1983.
5. Методические указания по испытаниям электродвигателей собственных нужд электростанций и расчётам режимов их работы. Часть 3. Приложение 2. Технические данные и характеристики агрегатов собственных нужд. – М.: Союзтехэнерго, 1983.

УДК 621.31.004:658.345.8

## ОПАСНОСТЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОКА И МЕРЫ ЗАЩИТЫ

*Гришкевич В.В., Баранов А.С., Семерник М.Л.*

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент СИЛЮК С.М.

Электрический ток, проходя через живой организм, производит термическое, электролитическое, биологическое, а также механическое действие.

В действительности сопротивление тела человека зависит не только от пути протекания тока, но и от его индивидуальных характеристик (пола, веса, переходного сопротивления кожи, состояния здоровья), размера поверхности прикосновения (плотный обхват или кратковременное прикосновение), величины напряжения прикосновения и т. д.

Электробезопасность обслуживающего персонала на территории, занятой заземляющим устройством, зависит от разности потенциалов между корпусом заземленного оборудования и поверхностью земли в точке, где может стоять человек и касаться этого оборудования. При этом различают два значения напряжения, обусловленного этой

разностью потенциалов, – напряжение до прикосновения и напряжение прикосновения (напряжение на теле человека).

Напряжение прикосновения – это падение напряжения на сопротивлении тела человека в момент его прикосновения к заземленному оборудованию и при протекании тока через тело человека.

Напряжением шага называется напряжение между двумя точками земли, обусловленное растеканием тока замыкания на землю, при одновременном касании их ногами человека.

Для уменьшения напряжения прикосновения и напряжения шага принимают меры для выравнивания потенциалов.

К защитным мерам в электроустановках относятся:

- защитное заземление, зануление;
- заземление нейтрали источников тока;
- повторные заземления нулевого провода;
- изоляция;
- изолирующие полы;
- применение малых напряжений;
- защитные средства, плакаты;
- защитное отключение.

Принцип действия защитного заземления – снижение напряжения между корпусом, оказавшимся под напряжением, и землей до безопасного значения.

Принцип действия зануления – превращение пробоя на корпус в однофазное короткое замыкание (т. е. замыкание между фазным и нулевым проводами) с целью вызвать большой ток, способный обеспечивать срабатывание защиты и тем самым автоматически отключить поврежденную установку от питающей сети.

Такой защитой являются: плавкие предохранители или максимальные автоматы, устанавливаемые перед потребителями энергии для защиты от токов короткого замыкания; магнитные пускатели с встроенной тепловой защитой; контакторы в сочетании с тепловым реле, осуществляющие защиту потребителя от перегрузки; и, наконец, автоматы с комбинированными расцепителями, осуществляющие защиту одновременно от токов короткого замыкания и от перегрузки.

Электрозщитные средства и приспособления.

1. Контактная часть указателя высокого напряжения комбинированного УВНК-10Б (Предназначен для определения наличия/отсутствия напряжения контактным способом. Рабочее напряжение 6–10 кВ, 10–110 кВ и 35–330 кВ).

2. Указатель напряжения воздушной линии УНВЛ-0,4 (Предназначен для определения наличия/отсутствия напряжения на ВЛ 0,4 кВ).

3. Индикатор тока ИТПВЛ-0,4 (Предназначен для измерения тока на вводах в жилые дома, производственные помещения, а так же на ВЛ 0,4 кВ в диапазонах 1,5–11 и 13–90 (130) А).

4. Заземление переносное линейное ЗПЛ-ТЕХНОШАНС-15-01.

5. Пила с электроизолирующей рукояткой ПЭР (Предназначена для спиливания сучьев и веток на высоте до 7 м вблизи действующих воздушных линий 0,4–330 кВ).

6. Насадка для снятия предохранителей НСП (Предназначена для снятия/установки высоковольтных предохранителей, управления разъединителями, удерживания сучьев и веток, спиливаемых пилой ПЭР или обрезаемых ножницами УОС, а также для выполнения других работ).

7. Прожектор 1П220 (Предназначен для освещения места проведения работ в темное время суток. Располагается на высоте 6–7 м на штанге ШЭУ, прикрепленной к борту автомобиля).

8. Проблесковый маячок МП (Предназначен для обозначения места проведения ремонтно-восстановительных работ оперативно-выездными бригадами в полевых условиях. Располагается на высоте до 6–7 м на штанге ШЭУ, прикрепленной к борту автомобиля).

### Литература

1. Филиппов, А.С., Тондрик, В.Б., Каика, П.И. Основные конструктивные элементы электроустановок 0,38–10 кВ и условия безопасной эксплуатации.
2. Новейшие электротехнические средства и приспособления. – ЗАО «ТЕХНОШАНС».
3. Журнал «Техника безопасности».

УДК 621.316

## ВЫБОР ТИПА РЕЗИСТОРА ДЛЯ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ СЕТЕЙ 6–35 КВ

Бохан Н.В., Ворса А.С.

### Общие подходы к выбору типа резистора.

Выбор типа резистора производится по трем основным критериям:

- резистор должен обеспечивать снижение уровня перенапряжений;
- сопротивление резистора в нейтрали должно обеспечивать протекание активного тока в поврежденном присоединении величиной, достаточной для организации токовых защит на сигнал, или на отключение поврежденного присоединения;
- при заземлении нейтрали через резистор должны соблюдаться условия электробезопасности для людей при однофазном замыкании на землю (ОЗЗ) на ПС и РП с учётом существующего нормирования величины допустимого напряжения прикосновения.

Основным параметром резистора, который определяет его физическую сущность, является активное сопротивление резистора  $R_p$ . Включение резистора в нейтраль сети способствует снижению уровня дуговых и феррорезонансных перенапряжений, организации более простых токовых защит, что имеет важное значение для повышения надёжности работы сети, а также улучшению условий электробезопасности в местах ОЗЗ.

Величина сопротивления резистора  $R_p$  выбирается по критерию снижения уровня перенапряжений и затем может корректироваться по условиям работы релейной защиты и условию электробезопасности. Уровень перенапряжений зависит от характера переходного процесса в режиме ОЗЗ, который в значительной степени зависит от граничных условий на шинах присоединений, т. е. на концах линии по отношению к месту ОЗЗ.

Граничные условия на концах линии характеризуются коэффициентом отражения

$$\beta_{om} = \frac{Z_k - Z_g}{Z_k + Z_g},$$

где  $Z_k$  – импульсное сопротивление заземления конца линии;

$Z_g$  – волновое сопротивление линии.

Из выражения следует, что  $\beta_{om}$  может иметь значения:  $\beta_{om} = 1$ ,  $\beta_{om} > 0$ ,  $\beta_{om} = 0$ ,  $\beta_{om} < 0$ , которые на основе теории распространения электромагнитных волн по линии позволяют сделать следующие утверждения:

1. При  $\beta_{om} = 1$  отраженная волна имеет знак и амплитуду падающей волны, вследствие чего отраженная и падающая волны суммируются и их амплитудное значение уд-