

На основе решения получены выражения для расчета распределения плотности тока в контактном узле через величины протекающих по проводникам токов.

#### Литература

1. Поливанов К.М. Теоретические основы электротехники. Ч. 3. Теория электромагнитного поля. – М.: Энергия, 1969. – 352 с.
2. Герасимович А.Н. Техническая электротехника. – Мн.: БГПА, 1997. – 96 с.

УДК 621.311

### ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА РАЗРЯДНИКОВ БЕЗ ИСКРОВЫХ ПРОМЕЖУТКОВ ДЛЯ СЕТЕЙ 10–35 КВ

*Т.Н. Вирковская, А.П. Демкович, В.Е. Дмитриев, В.А. Дормаш*

Научный руководитель С.П. РЖЕВСКАЯ, канд. техн. наук, доцент

Правильный подбор разрядников без искровых промежутков является очень важным, так как имеет решающее влияние на его корректную работу. Не корректный выбор может явиться как причиной выхода из строя разрядника, так и причиной аварии в электроустановке.

Верный выбор ограничителей без искровых промежутков заключается в правильном определении: длительно допустимого рабочего напряжения  $U_c$ ; номинального разрядного тока; способности поглощения энергии; устойчивости к короткому замыканию (КЗ).

В первую очередь делается выбор  $U_c$ , как наиболее важного параметра ограничителя. Должны быть исполнены два основных условия: 1)  $U_c$  должно быть больше сетевого напряжения, которое может одновременно появиться в условиях эксплуатации на зажимах ограничителя; 2) устойчивость к медленно изменяющимся перенапряжениям в сети должна быть выше ожидаемых.

Для ограничителей подключённых между фазой и землёй выбор  $U_c$  производится в зависимости от режима работы нейтрали:

– сеть с изолированной или резонансно-заземлённой нейтралью

$$U_c \geq U_m,$$

если КЗ на землю выключается в течение 10 секунд

$$U_c \geq 0,75U_m.$$

– сеть с эффективно заземлённой нейтралью

$$U_c \geq 1,1 \frac{U_m}{\sqrt{3}}.$$

В воздушных линиях среднего напряжения при отсутствии грозозащитных тросов существует вероятность непосредственного попадания молнии в линию. Разрядный ток в ограничителе обычно меньше чем грозовой ток. Импульсная волна в линии распространяется от места удара в обе стороны. Кроме того, появление перекрытия на изоляции линии приводит к отведению значительной части грозового тока в землю, а импульсная волна по пути протекания в линии поддается сильному гашению. Экстремальные значения разрядного тока в ограничителе могут появиться при попадании молнии в линию поблизости от ограничителя.

Для защиты распределительных трансформаторов в линиях средних напряжений, без проведения четкого анализа системы сети, как общее указание надо принимать: 1) в сетях, в которых расстояния между местами монтажа ограничителей не большие (ниже 5 км), достаточную защиту распределительным трансформаторам обеспечивают ограничители 5 кА; 2) в других случаях нужно применять ограничители 10 кА; 3) в каждом случае ограничители 10 кА обеспечивают высший уровень безотказности и низший уровень защиты.

Способность поглощения энергии всех типов ограничителей GX, независимо от “класса разряда длинной линии”, значительно выше энергии, связанной с зарядом воздушной линии среднего напряжения. В сетях средних напряжений, кроме энергии грозовых разрядов, наибольшие энергии могут выделяться в ограничителе в случае выключения больших батарей конденсаторов или кабелей выключателями, в которых выступают вторичные зажигания дуги. В этом случае принимается коэффициент перенапряжения  $k = 3$ , а энергия определяется уравнением

$$E = \frac{1}{2} C \left[ \left( 3 \frac{U_m}{\sqrt{3}} \sqrt{2} \right)^2 - (U_r \sqrt{2})^2 \right],$$

где  $U_m$  – наибольшее напряжение сети,  $U_r$  – номинальное напряжение ограничителя.

Для большинства случаев сети среднего напряжения, все типы ограничителей GX исполняют требования, возникающие из возможных энергетических опасностей ограничителя. Выбор ограничителя с соответствующей способностью поглощения энергии может быть необходим только в случае существования в сети очень больших батарей конденсаторов.

Класс устойчивости к КЗ ограничителя должен быть выше от ожидаемого значения тока КЗ сети в месте монтажа ограничителя. Выбор требуемого класса устойчивости к КЗ гарантирует, что в случае по-

вреждения ограничителя и протекания через него тока КЗ сети корпус ограничителя не взорвётся.

Правильный выбор ограничителей также позволяет уменьшить воздушные изоляционные промежутки для РУ, защищенных разрядниками, и, сократив габариты РУ, получить значительный экономический эффект.

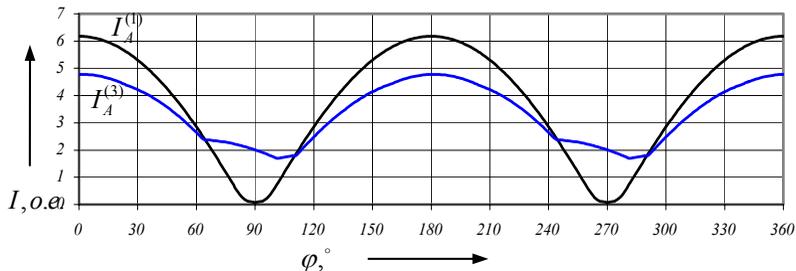
УДК 621.316.925

## О ВЕЛИЧИНАХ БРОСКОВ ТОКА НАМАГНИЧИВАНИЯ ПРИ НЕПОЛНОФАЗНОМ ВКЛЮЧЕНИИ СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

*А.П. Томкевич*

**Научный руководитель В.И. НОВАШ, д-р. техн. наук, профессор**

Используя математическую модель [1], построенную на базе близкой к реальности физической картины распределения магнитных потоков в элементах магнитопровода и междуобмоточных пространствах, исследовались коммутационные режимы силового трансформатора ТДН-16000/110 со схемой соединения  $Y_0/\Delta-11$  при неполнофазном включении (включение фазы А).



На рисунке представлена кривая модулей максимумов броска тока намагничивания (БТН) в фазе А ( $I_A^{(1)}$ ) в зависимости от угла включения. Для сравнения там же изображена аналогичная кривая для трехфазного включения трансформатора —  $I_A^{(3)}$ . Максимальный по модулю БТН для неполнофазного режима имеет место при углах включения  $\varphi_A \approx 0.63^\circ$  и  $\varphi_A \approx 180.63^\circ$ . Величина тока при этом достигает  $I_{A*} = 6.18$  о. е. по отношению к амплитудному значению номинального тока ( $I_{ном}$ ). В случае трехфазного включения максимальный по модулю БТН составляет  $4.8 I_{ном}$ .