

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КАК СПОСОБ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА И УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Моделирование как неотъемлемая часть образовательного процесса играет важную роль в мотивации студентов к познанию окружающего мира. Более наглядным представляется физическое моделирование, которое состоит в замене изучения некоторого объекта или явления экспериментальным исследованием его модели, имеющей ту же физическую природу. Физическое моделирование, будучи основанным на замене реальной конструкции ее моделью, всесторонним исследованием модели и последующим переносом результатов на натурный объект, находит широкое применение как при научных исследованиях, так и при решении большого числа практических задач в различных областях техники.

При физическом моделировании модель воспроизводит изучаемый процесс с сохранением его физической природы. Преимущество физического моделирования перед натурным экспериментом состоит в том, что условия реализации процесса-модели выбираются исходя из удобства и простоты исследования, единственное требование при этом – сохранение соотношений подобия. Кроме того, затраты времени сопоставимы со временем, необходимым для современного расчета сложных конструкций; возможность корректно учесть все конструктивные особенности сложного объекта, которые не всегда могут быть учтены при численно-аналитических методах. Наблюдение за поведением конструкции во время модельных испытаний делает особенно достоверными результаты исследований, позволяет избежать ошибок при оценке работы сооружения. Стоимость моделирования по сравнению с проведением соответствующих натуральных испытаний в десятки раз меньше и значительно меньше затраты времени для получения результатов.

Опыт эксплуатации распределительных сетей 3, 6, 10 кВ свидетельствует о большой повреждаемости электрооборудования. Особенно это касается электродвигателей, имеющих, как известно, меньшие конструктивные запасы электрической прочности. Одной из главных причин отказов электрооборудования является повреждение изоляции из-за высокочастот-

ных перенапряжений. Причем наибольшую опасность при эксплуатации рассматриваемых сетей представляют дуговые (перемежающиеся) однофазные замыкания на землю (ОЗЗ). Появление их, как правило, связано с высокой вероятностью возникновения многоместных пробоев изоляции, сопровождающихся групповым отключением технологического оборудования [1–3].

В связи со сложностью системного анализа резонансных перенапряжений аналитическими средствами в данной работе использован экспериментальный метод исследования на низковольтной стендовой установке, моделирующей волновые процессы в сети с двигательной нагрузкой.

Объектом исследования является система: *питающий трансформатор – кабель – электродвигатель*, в которой возникает петля, образованная поврежденной фазой питающего кабеля и обмоткой электродвигателя. Принципиальная электрическая схема такой модели состоит из трех присоединений, два из которых выполнены по радиальной схеме питания потребителей и одно – по магистральной, характерной для распределительных сетей карьеров.

Процесс дугового ОЗЗ имитируется с помощью формирователя импульсов, позволяющего в широком диапазоне регулировать угол зажигания и длительность ОЗЗ. Применение такого устройства дает возможность при минимальных затратах времени в достаточном объеме воспроизводить быстропротекающие непериодические процессы, наблюдаемые в сетях с изолированной нейтралью при перемежающихся ОЗЗ, и получать их на экране осциллографа С1–68 в виде стоячих изображений. Наиболее типичные случаи влияния различных факторов на характер переходных процессов и величину перенапряжений, наблюдаемых при проведении опытов, фотографировались с экрана осциллографа.

Адекватность процессов в модели и реальной сети обеспечивается теорией подобия и моделирования электроэнергетических систем [3]. Главное внимание при этом уделялось совпадению частотных параметров и постоянных затуханий в реальных и моделируемых элементах сети. Параметры переходных процессов, как для отдельных элементов сети, так и для всей системы в целом определялись экспериментальным путем.

Кроме того, физическое моделирование процессов в сетях с различными способами заземления нейтрали однозначно приводит к резонансному заземлению, так как инициируемые ОЗЗ перенапряжения не просто ог-

раничиваются как при других режимах заземления нейтрали, а исчезают при полном подавлении дугового процесса.

Таким образом, решение всех возникающих эксплуатационных проблем, обусловленных воздействием перенапряжений, состоит в последовательном приложении управления к электроснабжению. Необходимо, как оказывается, просто с достаточной точностью управлять плунжерными или иными дугогасящими реакторами в сетях с автоматической компенсацией емкостных токов. В наилучшем случае управлять и емкостной составляющей, и активной составляющей токов промышленной частоты для полного подавления дуговых ОЗЗ. Это и составляет основу энергоресурсосберегающей технологии эксплуатации трехфазных сетей 6–35 кВ, так как в 85% случаев ОЗЗ нет необходимости искать «землю» и восстанавливать изоляцию мест ослабления электрической прочности. Кроме того, в сетях с двигательной нагрузкой отсутствуют перегревы мощных электродвигателей при самозапуске и гидроудары в перекачивающих агрегатах, в целом возрастает ресурс коммутационной аппаратуры и в 85% самостраняющихся ОЗЗ отсутствуют коммутационные перенапряжения.

Библиографический список

1. *Лихачев Ф. А.* Замыкания на землю в сетях с изолированной нейтралью и с компенсацией емкостных токов. М.: Энергия, 1971.
2. *Маврицын А. М., Петров О. А.* Электроснабжение угольных разрезов. М.: Недра, 1977.
3. *Веников В. А.* Теория подобия и моделирования. М.: Высш. шк., 1976.

Н. В. Ломовцева,
Е. А. Гордеева

ПИСЬМЕННЫЕ КОММУНИКАЦИИ КАК СПОСОБ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЯ И УЧАЩЕГОСЯ В ДИСТАНЦИОННОМ ОБУЧЕНИИ

При дистанционном обучении непосредственный контакт между преподавателем и студентом отсутствует, однако студент нуждается в консультировании со стороны преподавателя, а преподаватель помимо учебной информации должен еще и стимулировать студента к дальнейшему