



Рис. 2 Результаты моделирования, относительные значения
электромагнитного момента и скорости

Библиографический список

1. Шрейнер Р.Т. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты. [Текст] / Екатеринбург: УРО РАН, 2000. 654с.
2. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем Matlab 6.0 [Текст] / Учебное пособие. – Спб.: Корона принт. 2001. – 320с., ил.
3. Емельянов А.А., Клишин А.В., Медведев А.В. Математическая модель АД в неподвижной системе координат с переменными $\bar{i}_R - \bar{\psi}_R$ [Текст]/Молодой ученый. – 2010. - №4(15). – С.8-24.

Н.Е. Высоковских, Г.К. Смолин

СПОСОБЫ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ В ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Постоянное увеличение количества и мощности энергопотребителей предъявляет ряд требований, касающихся технической политики, экономики, и экологии в сфере энергетики. В частности, как следствие увеличения энергопотребителей, приобретают высокую актуальность такие вопросы, как повышение надежности электроснабжения и энергоресурсосбережение.

Одним из немаловажных факторов, влияющих на решение этих вопросов, является оптимизация режима заземления нейтрали сети.

1. Общие положения. Имеющаяся на данный момент статистика свидетельствует о том, что замыкания на землю составляют около 80% всех нарушений в сетях 6-10 кВ. Согласно [2], "Замыкание на землю токоведущих частей электрических установок является преобладающим видом повреждения в сетях всех напряжений. В распределительных сетях 6-35 кВ эти повреждения составляют не менее 75% от общего числа повреждений".

Сети 6-35кВ, основную массу которых составляют распределительные сети и сети собственных нужд, имеют ряд особенностей:

- для оборудования и сооружения распределительных сетей и сетей СН характерны меньшие междуэлектродные расстояния (кабели, КРУ и реакторы).
- воздействие на них токов КЗ и мощных электрических дуг особенно опасно;
- грозозащита этих сетей менее надежна;
- внутренние перенапряжения более вероятны и разнообразны;
- распределительные сети в большей степени подвержены механическим повреждениям;
- уровень эксплуатации их значительно ниже.

Поэтому замыкания на землю *более часты*.

Открытые дуги могут растягиваться на значительные расстояния, быстро ионизируя вокруг себя значительный объем воздуха. Это создает благоприятные условия для возникновения междуфазных КЗ на ЛЭП и в РУ.

Погасание дуги наступает тем *позднее*, чем *больше* ток дуги. Цель всех режимов нейтрали – подавление дуговых процессов в сети и борьба с дуговыми перенапряжениями. Режим заземления нейтрали определяет:

- ток в месте повреждения и перенапряжения на неповрежденных фазах при однофазном замыкании;
- схему построения релейной защиты от замыканий на землю;
- уровень изоляции электрооборудования;
- выбор аппаратов для защиты от грозовых и коммутационных перенапряжений (ограничителей перенапряжений);
- бесперебойность электроснабжения;
- допустимое сопротивление контура заземления подстанции;

- безопасность персонала и электрооборудования при однофазных замыканиях.

- На данный момент, в зависимости от класса напряжения сети и величины ее емкостного тока, насчитывается три способа заземления нейтрали:

- изолированная (нефиксированная, незаземленная);
- глухозаземленная (непосредственно присоединенная к заземляющему контуру);
- эффективно заземленная (через дугогасящий реактор, резистор или их сочетание - комбинированная).

2. История развития вопроса. В течение длительного времени развитие крупных электрических систем в Америке и в Европе во многих отношениях шло параллельными путями, так как в основе этого развития лежали присущие *самим системам* внутренние закономерности. Однако, одна из частых проблем – проблема защиты электрической системы от перекрытий изоляции – решалась по-разному. Хотя эта проблема также определяется внутренними свойствами электрических систем, ее решение в значительной степени зависело от индивидуальных взглядов людей, ответственных за их решение.

Так, в США было отдано предпочтение глухому заземлению нейтрали электрических систем, в связи с чем получили развитие различные способы отключения поврежденного участка. В Европе, напротив, использовалось резонансное заземление нейтрали с помощью дугогасящих реакторов, которые обеспечивали компенсацию тока замыкания на землю и необходимую защиту электрических сетей без отключения поврежденного участка с помощью выключателя.

3. Ситуация в мировой энергетике на данный момент. На протяжении последних 10-15 лет, как в России, так и за рубежом не утихает дискуссия о том, какой способ заземления нейтрали является оптимальным для сетей 6-35 кВ. Этот факт говорит о том, что однозначного решения данного вопроса не существует, так как к данной задаче необходим комплексный подход, т.е. все преимущества и недостатки различных способов заземления нейтрали логично рассматривать в комплексе со спецификой объекта – типами, характеристиками оборудования и изоляции сети, их состоянием, планами по реконструкции объекта и т.д.

В таблице 1 приведены статистические данные о том, какой режим заземления нейтрали является актуальным на данный момент в ряде промышленных стран мира.

Таблица 1

Предпочитаемые режимы заземления нейтрали сетей 6-35 кВ в различных странах мира

Страна	Принятое напряжение, кВ	Способ заземления нейтрали			
		Изолированная	Через дугогасящий реактор	Через резистор	Глухое
Россия	6-35	+	+	+	
Австрия	11-12			+	+
Канада	4-25			+	+
США	4-25			+	+
Испания	10-30			+	+
Италия	10-20	+			
Португалия	10-30			+	
Франция	12-24			+	
Япония	6,6	+		+	
Германия	10-20		+		
Австрия	10-30		+		
Бельгия	6,3-17			+	+
Великобритания	11				+
Швейцария	10-20		+		
Финляндия	20	+	+		

Г.К. Смолин, Н.Е. Высоковских

АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМОВ ЗАЗЕМЛЕНИЯ НЕЙТРАЛИ СЕТЕЙ 6-35 кВ

Изолированная (незаземленная, нефиксированная) нейтраль.

Область применения (согласно п. 1.2.16 [1]) – на объектах, где емкостные токи не превышают:

- 30 А при напряжении 3-6 кВ;
- 20 А при напряжении 10 кВ;
- 15 А при напряжении 15-20 кВ;
- 10 А в сетях, имеющих железобетонные и металлические опоры на воздушных линиях электропередачи;