

Расчет показателей качества электроэнергии в среде математического моделирования

Ненахов Александр Игоревич – студент Национального исследовательского университета Московского энергетического института. (**МЭИ, г.Москва**)

Аннотация: В данной статье представлены тезисы магистерской диссертации по теме «Улучшение качества напряжения во внутренних системах электроснабжения предприятий с помощью статических тиристорных компенсаторов». Описаны методы анализа показателей качества напряжения при различных режимах работы СТК с помощью математического моделирования.

Ключевые слова: Моделирование, качество электроэнергии, фликер, статический тиристорный компенсатор.

В настоящее время существует множество электронных программируемых приборов для измерения фликера и других показателей качества электроэнергии. Методика измерения строго определена в ГОСТ. Однако, практика показывает, что приборы, изготовленные различными производителями, дают сильно различающиеся результаты измерений, даже при одновременном их использовании.

В связи с этим, в компании «Нидек АСИ ВЭИ» была проведена проверка точности 4-х приборов в условиях лаборатории. Для проверки использовался математический имитатор, который позволяет с высокой точностью воспроизводить напряжения нужной формы.

В результате лабораторных исследований было выявлено, что только прибор фирмы «Ресурс», наиболее полно соответствует требованиям ГОСТ в большом диапазоне задаваемых частот модуляции сигнала. Остальные тестируемые приборы показали различные результаты доз фликера с погрешностями до 70% от требуемого значения.

Наравне с реальными приборами проверка подвергалась математическое модель фликерметра, разработанная ранее инженерами компании. Эта модель была реализована в системе моделирования Simulink, на основании принципиального устройства аналогового фликерметра, описанного в государственном стандарте. Она показала соответствие всем требованиям по точности измерений, и в связи с этим, открыла широкие возможности анализа результатов моделирования электромагнитных процессов в сетях.

С учетом опыта измерения фликера с помощью выше описанной модели, была продолжена работа по созданию математических измерителей других показателей качества электроэнергии по данным полученным в модели. В рамках данного исследования была выполнена математическая модель энергосистемы питающей дуговую сталеплавильную печь и статический тиристорный компенсатор.

Модель была построена с помощью математических соотношений электрических параметров, без применения специальных средств моделирования электротехнических устройств. В результате, была получена простая модель, в которой можно отследить весь процесс вычисления требуемой величины.

Например, при расчете тока фильтрокомпенсирующей цепи, включающей последовательно соединённые емкость, индуктивность и сопротивление, использовались дифференциальные уравнения для электрической цепи переменного тока:

$$U_n = r \cdot i(t) + L \cdot \frac{di(t)}{dt} + \frac{1}{C} \int i_c(t) \cdot dt, \quad (1)$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int (U_n - \frac{1}{C} \int i(t) \cdot dt - r \cdot i(t)) dt. \quad (2)$$

Эти управления не нуждаются окончательном решение. Выражая необходимую величину строится блок схема вычисления (рисунок 1), включающая операции сложения и интегрирования. Для ускорения вычисления сигнал обратной связи может быть задержан на 1 такт, что вызовет погрешность не более 0.2 %.

