

Основным техническим средством должно стать *повсеместная установка современных электронных приборов*, которые высоко защищены извне и практически предотвращают хищение электрической энергии. На основе электронных приборов должны быть созданы автоматизированные системы контроля за учетом электропотребления, разработаны соответствующие методики определения технических потерь электроэнергии в сетях 0,38-10 кВ по оперативным данным.

На сегодняшний день приборный парк Беларуси составляет около 5 млн. счетчиков электрической энергии, среди которых свыше 2,5 млн. единиц – это индукционные счетчики с классом точности 2,5, которые уже запрещены ГОСстандартом к использованию. По информации управления сбыта энергии ГПО «Белэнерго» на полную замену всех индукционных счетчиков на электронные при существующих темпах понадобится порядка 35 лет.

Практическая реализация перечисленных мероприятий требует значительных капиталовложений и времени и по оценкам электрических сетей позволит снизить коммерческие и технические потери электроэнергии.

Литература

1. Воротницкий В.Э., Заслонов С.В., Калинкина М.А. Методы расчета потерь электроэнергии в электрических сетях 0,38 кВ.
2. Стандарт ГПО «Белэнерго» СТП 09110.09.455-11 Методика расчета и обоснования нормативов расхода электроэнергии на её передачу по электрическим сетям. - Минск: ГПО «Белэнерго», 2012, 50 с.
3. Фурсанов М.И. Нормирование и снижение потерь электроэнергии в электрических сетях Белорусской энергосистемы. Состояние и перспективы / Энергетическая стратегия. – 2015. – №2. С – 34-38.

ИССЛЕДОВАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ С АРВ СД В MATLAB

Золотой А.А., к.т.н., доц., Кунцевич А.И.

УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, РБ

Регулятор возбуждения АРВ СД является пропорционально-дифференциальным регулятором по отклонению напряжения со

стабилизацией режима по производной тока возбуждения, отклонению и производной частоты напряжения. Алгоритм его действия достаточно точно отражает уравнение (1), вида:

$$\Delta U_f = \Delta U_{APB} = -(K_{0u} + K_{1u}p)\Delta U_z - K_{1if}W_{1if}p\Delta I_f + K_f W_f p\Delta f_u, \quad (1)$$

где ΔU_f – отклонение напряжения возбуждения синхронной машины; ΔU_{APB} – сигнал, формируемый АРВ СД; K_{0u} и K_{1u} – коэффициенты усиления регулятора возбуждения по отклонению и первой производной напряжения машины; ΔU_z – отклонение напряжения синхронной машины; K_{1if} – коэффициент усиления регулятора возбуждения по первой производной тока возбуждения машины; W_{1if} – передаточная функция канала управления по первой производной тока возбуждения машины; ΔI_f – отклонение тока возбуждения синхронной машины; K_f – эквивалентный коэффициент, учитывающий суммарное действие каналов отклонения и производной частоты машины; W_f – передаточная функция канала управления по отклонению и производной частоты машины; Δf_u – отклонение частоты напряжения синхронной машины.

В практических расчетах все переменные (1) выражаются через приращения ЭДС ΔE_q и угла нагрузки $\Delta \theta$ синхронной машины. Используя дифференциальные уравнения Парка – Горева синхронной машины получаем:

$$\Delta U_f = -(K_E + pK_{1E})\Delta E_q + (K_\theta + K_{1\theta})\Delta \theta. \quad (2)$$

Влияние АРВ СД синхронных машин на характер электромеханических переходных процессов в системе исследовалось для схемы, представленной на рисунке 1, при отключении в момент времени $t = 0,2$ с линии Л2.

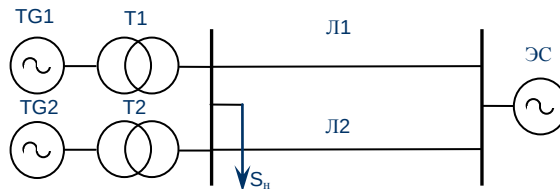


Рисунок 1 – Схема электропередачи

Параметры электрооборудования схемы: Турбогенераторы TG1 – ТГВ-300, TG2 – ТГВ-200; Трансформаторы Т-1 – ТЦ-400000/330, Т-2 – ТЦ-400000/330; Линии $U_{ном} = 330$ кВ, Л1 – $L = 180$ кВ, 2АС-300/39, Л2 – $L = 180$ кВ, 2АС-300/39; Параметры режима

$S_{TG1} = 150 + j65 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $S_{TG2} = 100 + j60 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $S_n = 120 + j80 \text{ МВ} \cdot \text{А}$;
 Параметры системы возбуждения и АРВ СД $K_u = 50$, $K'_u = 5$, $K_f = 2$,
 $K'_f = 5$, $U_{PB(\max)} = 6$, $U_{PB(\min)} = -6$, $T_{PB} = 0,04\text{с}$, $T_{CB} = 0,04\text{с}$, $E_{qe(\max)} = 2$,
 $E_{qe(\min)} = -1,6$, $E_{q(\max)} = 2$, $E_{q(\min)} = 0,6$.

Совместное решение системы дифференциальных уравнений Парка – Горева синхронной машины и уравнения (2) при заданных параметрах электрооборудования и начальных условиях выполнялось функцией ode23t MATLAB, реализующей неявный метод трапеций с использованием «свободной» интерполяции для умеренно жёстких задач, когда требуется высокоточное решение.

Результаты расчета углов нагрузки θ и ЭДС E_q турбогенераторов TG1 и TG2 с регуляторами АРВ СД приведены на рисунках 2 и 3, без регуляторов АРВ СД – на рисунках 4 и 5.

Наличие у турбогенераторов TG1 и TG2 регуляторов АРВ СД приводит к снижению амплитуды колебаний углов нагрузки θ и ЭДС E_q и к сокращению времени переходного процесса, что повышает динамическую устойчивость электрической системы.

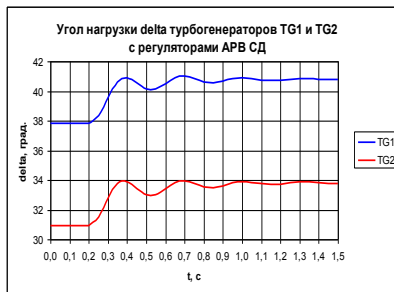


Рисунок 2

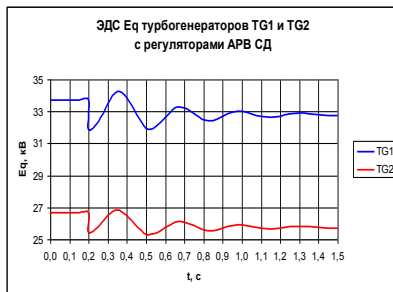


Рисунок 3

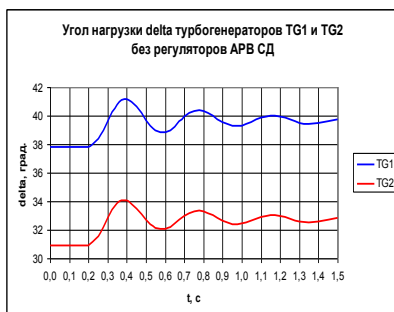


Рисунок 4

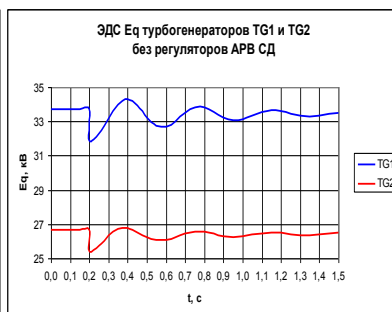


Рисунок 5

Литература

1. Калентионек Е. В. Устойчивость электроэнергетических систем.— Мн.: Техноперспектива, 2008.— 375 с.
2. Вольдек А. И. Электрические машины. — Л.: Энергия, 1974. — 832 с.
3. Важнов А. И. Основы теории переходных процессов синхронной машины. — М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960.— 312 с.
4. Горев А. А. Переходные процессы синхронной машины. — Л.: Наука, 1985. — 502 с.

АЛГОРИТМ ВВОДА РЕЖИМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ В ОБЛАСТЬ ДОПУСТИМЫХ ЗНАЧЕНИЙ

Золотой А.А., к.т.н., доц., Секацкий Д.А., м.п.н.

*УО «Белорусский национальный технический университет»,
г. Минск, РБ*

Иногда при изменении топологии или при нарушениях баланса мощностей в электрической сети устанавливаются режимы с недопустимыми параметрами. В электрических сетях со сложными схемами бывает неочевидно, какими средствами можно оперативно вернуть режим в область допустимых значений [1]. Поэтому авторами разработан специальный алгоритм улучшения контролируемых параметров установившихся режимов сети, обеспечивающий ввод их в область допустимых значений. Алгоритм реализует одну из разновидностей дискретных методов минимизации. Блок-схема алгоритма приведена на рисунке 1.