

тодом Поувелла, в котором вычисления производных выполняются по упрощенным разностным формулам, что обеспечивает повышенную скорость оптимизации.

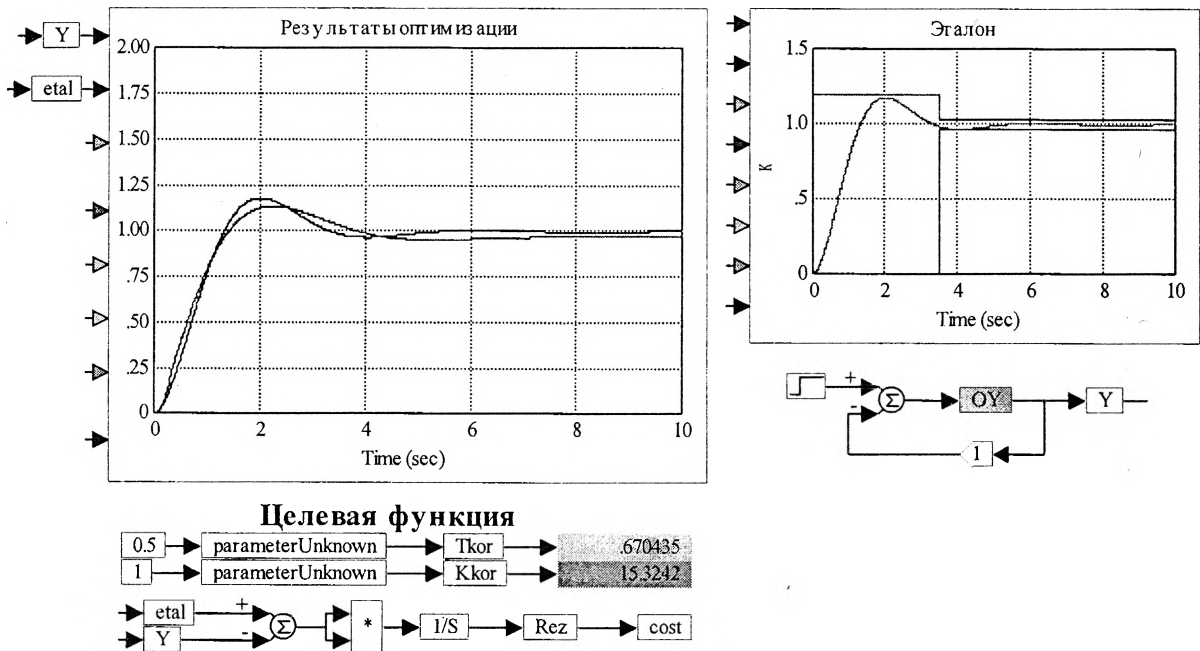


Рисунок 1

На рисунке 1 представлены результаты оптимизации системы. Эталонная система (колебательное звено) представлена в виде задания на проектирование с перегулированием в 20 % и временем регулирования 3,5 с. В целевой функции заданы начальные значения варьируемых параметров T_{kor} и K_{kor} с помощью блоков parameter Unknown. В процессе оптимизации вычисляется разность между эталонной и реальной переходной характеристикой при определенных значениях T_{kor} и K_{kor} , а затем определяется минимум интегральной погрешности. В результате расчетов определяются такие численные значения настроечных параметров, при которых достигается наилучшее приближение переходной характеристики системы к эталонной переходной характеристике.

Литература

1. Ерофеев, А.А. Теория автоматического управления. – СПб.: Политехника, 2002. – 302 с.

УДК 621.315/316.351

ВЛИЯНИЕ МОДУЛЯ УПРУГОСТИ И ГИБКОСТИ ПОРТАЛОВ ПРИ РАСЧЕТЕ МАКСИМАЛЬНЫХ ТЯЖЕНИЙ

Андрукевич А.П.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор СЕРГЕЙ И.И.

Для определения параметров электродинамической стойкости необходимо решить дифференциальные уравнения в частных производных движения проводов, аналитическое решение которых затруднительно. Практически, их решения всегда находятся численными методами по компьютерным программам. Несмотря на значительные затраты в итоге компьютерного расчета получается только одно частное решение

уравнений. Обобщение результатов частных решений для динамики механических систем с распределенной массой является сложной задачей.

В проектной практике необходимы простые диаграммы и графики, с помощью которых инженеры могут быстро определить параметры электродинамической стойкости, не прибегая к сложным компьютерным расчетам. Вот почему в международном и межгосударственном стандартах в основном используются упрощенные методы определения максимальных тяжений проводов.

В докладе излагается упрощенный расчет максимальных тяжений в гибких шинах РУ, основанный на представлении провода физическим маятником и составленных для него формулах энергетического баланса во время и после короткого замыкания (КЗ). В осциллограмме тяжения провода при и после КЗ выделяются два характерных максимума. Один из них наступает в момент времени, когда провода при их отталкивании подвергаются максимальному растяжению действием ЭДУ ($T_{2\max}$). Другой максимум тяжения возникает, когда запасенная в процессе подъема провода при движении его по траектории, потенциальная энергия преобразуется в энергию упругих деформаций проводов и опор при проходе наименьшей точки траектории движения ($T_{3\max}$).

Так как величина накопленной энергии упругой деформации провода равна разности энергий при КЗ и в момент времени $t = 0$ получим формулу для расчета максимального тяжения на стадии отталкивания проводов

$$T_{2\max} = \sqrt{T_0^2 + \frac{E \cdot A}{\rho} \cdot \left(\frac{S^{(2)} \cdot \sin \alpha_k}{l} \right)^2},$$

где $S^{(2)}$ – импульс ЭДУ двухфазного КЗ;

T_0 – тяжение провода до КЗ, Н.

Из формулы энергетического баланса получим формулу для определения тяжения при свободном движении проводов:

$$\begin{aligned} T_{3\max} &= \sqrt{T_0^2 + \frac{4}{3} \cdot E \cdot A \cdot \rho \cdot g \cdot (h + h_k)} \cong \\ &\cong \sqrt{T_0^2 + 13,1 \cdot E \cdot A \cdot \rho \cdot (h + h_k)}. \end{aligned}$$

Данные формулы соответствуют случаю абсолютно жестких порталов, т. е. без учета гибкости порталов. Учитывая этот фактор, формулы для расчета максимальных тяжений принимают вид:

$$\begin{aligned} T_{2\max} &= \sqrt{T_0^2 + 0,3 \cdot \frac{E \cdot A \cdot K_{on}}{(l \cdot K_{on} + E \cdot A)} \cdot \frac{(S^{(2)} \cdot \sin \alpha_k)^2}{\rho \cdot l}}; \\ T_{3\max} &= \sqrt{T_0^2 + 13,1 \cdot \rho \cdot l \cdot \frac{E \cdot A \cdot K_{on}}{(l \cdot K_{on} + E \cdot A)} \cdot (h + h_k)}, \end{aligned}$$

где K_{on} – коэффициент жесткости опор, Н/м.

Важным параметром при определении максимальных тяжений является модуль упругости. Но окончательного представления, какое значение этого параметра необходимо брать для проводов гибких шин ОРУ пока еще нет. Согласно ГОСТ: модуль упругости витого провода следует принимать меньшим, чем модуль упругости материала проводника из-за его повышенной растяжимости при нагружении. Но конкретные данные модуля не приводятся.

Эта проблема была осознана также и за рубежом. Комитетом СИГРЭ были проведены опытные исследования проводов марки ACSR различных сечений с целью опре-

деления реальных значений модуля упругости [1]. На рисунке 1 представлены результаты проведенных тестов. Были исследованы провода различных сечений.

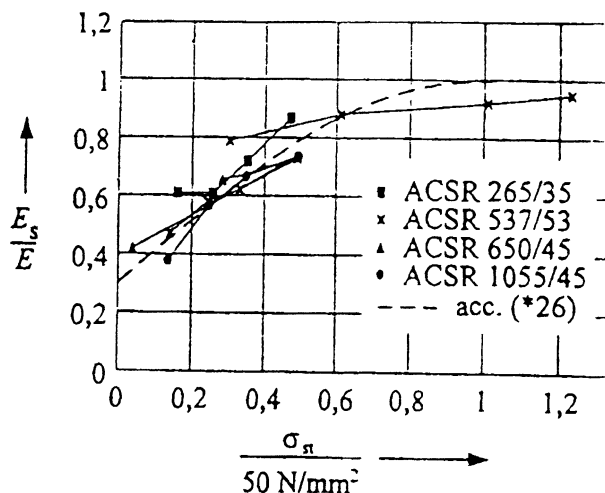


Рисунок 1. Опытные кривые для определения модуля упругости витого провода

Учет рассмотренных факторов позволяет приблизить результаты упрощенного метода расчета к опытным данным. Для дальнейшего повышения достоверности расчетов T_{\max} используются коэффициенты максимальных тяжений K_{T2} и K_{T3} , величины которых определяются вычислительным экспериментом.

Литература

1. The mechanical effects of short-circuit currents open-air substations (rigid or flexible bus-bars). Brochure from CIGRE. SC 23. – Paris, 1996.

УДК 621.316

СТРУЙНЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Титова Е.Л., Маркевич Д.В., Сеч В.И.

Научный руководитель – КЛИМКОВИЧ П.И.

Уже давно на практике осуществляется управляемое преобразование и использование природной энергии, например, при эжекторном увеличении реактивной тяги. Поэтому удивительно, что до сих пор атмосфера не стала объектом тщательного научного исследования с целью разработки процессов управляемого преобразования энергии атмосферных газов для её использования в энергетических и транспортных системах. Ведь в эжекторном процессе присоединения дополнительных воздушных масс к активной струе рабочего тела равновесное состояние атмосферы нарушается за счёт управляемого локального воздействия этой активной струи, а при его восстановлении атмосфера совершает механическую работу, которая зависит от величины и способа воздействия, а также параметров эжекторных устройств и сферы их применения.

В эжекторном процессе – параллельного присоединения дополнительных масс к стационарной реактивной струе тяга увеличивается без дополнительных затрат энергии топлива за счёт «неуравновешенной силы внешнего давления на входной раструб (заборник) эжектора, появление которой обусловлено понижением давления на стенках раструба при втекании в него эжектируемого воздуха».