УДК 62-5:518.5

<u>КУЧЕР Е.А.</u>, СЕВЕРИН В.П., докт. техн. наук

ВЕКТОРНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО СЛЕДЯЩЕГО ПРИВОДА ПАРОВОЙ ТУРБИНЫ

В связи с повышением требований к качеству и экономичности технологического процесса производства электроэнергии и увеличивающимися колебаниями ее потребления, быстрым ростом единичной мощности и применением паровых турбин на атомных электростанциях к системам управления паровых турбин предъявляются повышенные требования по надежности, точности и быстродействию. Эффективность и безаварийность работы паровых турбин во многом зависит от их систем управления.

Основной задачей управления паровой турбиной энергоблока АЭС является стабилизация частоты вращения ее ротора, которая выполняется системой автоматического управления (САУ) турбиной. Для обеспечения безопасной работы турбины после возмущающих воздействий отклонение частоты в динамических режимах от ее номинального значения должно быть ограничено и быстро возвращаться к нулевому значению. Основным исполнительным звеном системы управления паровой турбиной является электрогидравлический следящий привод (ЭГСП). Показатели качества следящего привода (СП) и системы стабилизации частоты вращения во многом определяют качество электрической энергии, вырабатываемой энергоблоком АЭС [1].

Для надёжности САУ частотой вращения паровой турбины ЭГСП должен иметь значительный запас устойчивости, быть чувствительным по отношению к управляющим сигналам и быстродействующим.

Повышение устойчивости и быстродействия СП паровой турбины можно осуществить путем оптимизации его параметров. При этом возникает множество оптимизационных задач.

Применяющиеся инженерные методы расчета систем управления обычно основаны на существенном упрощении моделей и применении приближенных косвенных скалярных критериев качества. Самым большим недостатком расчетов систем управления турбинами АЭС является то, что в этой области мало применяются модели и методы теории оптимизации.

Поэтому в данной работе для решения задач оптимизации предлагается применить векторную оптимизацию (ВО). Преимущества ВО заключаются в гибкости постановок задач оптимизации, в эффективной оптимизации показателей качества ЭГСП паровой турбины [2].

Для достижения поставленной цели формируются допущения моделирования привода. Разрабатывается модель электрогидравлического преобразователя как важнейшего элемента привода. По моделям преобразователя, отсечного золотника, сервомотора и датчика положения составляются моде-

ли схем СП с различным числом датчиков. А именно модели ЭГСП с одним, двумя и с тремя датчиками положения. Векторными методами оптимизируются показатели качества моделей ЭГСП и анализируется эффективность его различных схем.

Для построения модели ВО достаточно сформировать для нее вектор-функцию и сопоставить ей бинарную операцию «лучше» для сравнения ее значений. Для оптимизации векторных целевых функций были использованы векторные модификации прямых методов безусловной минимизации функций: для одномерного поиска — метода адаптации шага, для многомерной оптимизации — методов Вейля, Хука-Дживса и Нелдера-Мида [3]. Основное отличие предложенных векторных методов оптимизации от методов минимизации скалярных функций заключается в замене операции сравнения значений скалярных функций операцией сравнения значений векторных функций. Применение векторных методов оптимизации позволяет в единственном вычислительном процессе перейти из любой исходной точки поиска к области определения показателей качества, удержать процесс оптимизации в этой области и найти оптимальные значения показателей. На примерах САУ разного порядка проведено исследование эффективности векторных методов оптимизации при решении задач перехода к области стойкости и оптимизации показателей качества. Вычислительные эксперименты подтвердили высокую эффективность применения векторных методов оптимизации для минимизации интегральных квадратичных оценок и оптимизации прямых показателей качества.

В результате ВО показателей качества ЭГСП с различным числом датчиков исследования показали, что оптимальным СП является привод с тремя датчиками положения. Он имеет лучшие показатели точности и быстродействия. Все процессы плавные и быстро устанавливаются без колебаний. Координаты управляющего тока, перемещения управляющей катушки и золотника электрогидравлического преобразователя из нулевых начальных значений сначала увеличиваются, затем уменьшаются, меняют знак и стремятся к нулевым конечным значениям. Координаты напряжения ξ_u, отсечного золотника σ_s и сервомотора μ_m положительны, ξ_u и σ_s стремятся к нулевым конечным значениям, а μ_m — к 1. Таким образом, оптимизация показателей качества ЭГСП паровой турбины позволила обеспечить высокое качество протекающих в нем процессов.

Список источников: 1. *Северин В. П.* Моделі і методи оптимізації показників якості систем автоматичного управління енергоблоку атомної електростанції: Автореф. дис. д-ра техн. наук: 05.13.07 / НТУ «ХПІ». Харків, 2007. 36 с. **2.** *Северин В.П., Головня М.Н., Петрашев С.Н.* Моделирование, идентификация и оптимизация электрогидравлического следящего привода // Проблемы автоматизированного электропривода. Теория и практика. Харьков: ХГПУ, 1994. 33 с. **3.** *Nelder J.A., Mead R.*, A Simplex Method For Function Minimization, Computer Journal, No 7, 1964 P. 308-313.