

А.В. Голубев (ИГЭУ им. В.И. Ленина), В.Е. Ершов, С.П. Сердобинцев (КГТУ)

Оптимизация работы оборудования электростанций с применением генетического алгоритма

Парогазовые установки широко распространены по всей территории России, высокий КПД является серьезным преимуществом перед другими способами генерации. Однако серьезное влияние на работу блока оказывают погодные условия. Изменения параметров наружного воздуха значительно сказываются на работе газотурбинной установки. Оператор энергоблока придерживается режимных карт и опирается на личный опыт, ему достаточно сложно предсказать поведение системы при других значениях параметров. Поддержание оптимального режима работы парогазовой установки представляется сложной научно-технической задачей, решение которой возможно путем создания автоматизированной системы оптимизации как системы помощи оператору. Система позволит корректировать задания регуляторов с целью получения максимального коэффициента полезного действия. Для решения задач глобальной оптимизации хорошо зарекомендовал себя генетический алгоритм (ГА).

Для исследований используется имитационная модель газотурбинной установки (ГТУ), которая позволяет выполнить исследование и отладку алгоритмов оптимизации и управления. Система оптимизации обрабатывает информацию, получаемую от модели и реального объекта (или его прототипа), определяет оптимальные параметры работы установки, мощность энергоблока и температуру уходящих газов. Система выдает корректирующие воздействия на регуляторы топлива и входного направляющего аппарата ГТУ.

В работе приведена практическая реализация оптимизационного контура, базирующегося на генетическом алгоритме, его структурная схема и принцип взаимодействия с объектом управления и имеющейся системой регулирования. Система оптимизации может работать в двух режимах. В режиме максимальной эффективности определяются параметры регуляторов для увеличения выходной мощности установки. В режиме заданной мощности определяется минимальный расход топлива при сохранении максимального количества теплоты за ГТУ. Показано увеличение эффективности работы ГТУ, полученные результаты могут быть использованы как основа для разработки реальной системы в составе АСУТП электростанции.

Ключевые слова: генетический алгоритм, математическое моделирование, АСУТП электростанций, газотурбинная установка.

Голубев Антон Владимирович – канд. техн. наук, заведующий кафедрой систем управления Ивановского государственного энергетического университета им. В. И. Ленина,

Ершов Владислав Евгеньевич – аспирант,

Сердобинцев Станислав Павлович – д-р техн. наук, проф. кафедры автоматизации производственных процессов Калининградского государственного технического университета.

Список литературы

1. Рабенко В.С. Об особенностях эксплуатации энергоблоков ПГУ в климатических условиях России. / В.С. Рабенко, И. В. Будаков, В. М. Неуймин // Энергосбережение и водоподготовка. – 2010. – №6. – С. 9-14.
2. Мошкарин А. В. Влияние определяющих факторов на изменение мощности ПГУ-325./А. В. Мошкарин, Б. Л. Шелыгин, Т. А. Жамлиханов//Вестник ИГЭУ. — 2010. — № 4. — С. 13-16.

3. *Муравьев И.К.* Технология интеллектуализации АСУТП и повышение всережимной эффективности энергоблоков ПГУ / И. К. Муравьев, Ю. С. Тверской // Оптимизация и повышение эффективности работы ТЭС путём внедрения АСУТП.: сб. докл. Третьей Междунар. научно-техн. конф. – Москва: ОАО «ВТИ», 2014. – С. 66-72.
4. Способ повышения КПД парогазовой энергоустановки: пат. 2334112 Рос. Федерация: МПК F01K 23/02, F02C 6/00 / Кириленко В.Н.; заявитель и патентообладатель Кириленко В. Н. – N. 2005102152/06, заявл. 28.01.2005; опубл. 20.09.2008, Бюл. № 26.
5. *Ершов В.Е.* Повышение эффективности использования газотурбинной установки с помощью впрыска воды перед компрессором / В. Е. Ершов, А. В. Голубев // XIII Тинчуринские чтения (24-27 апр.): материалы. – Казань, 2018. – т.2. – С. 12-14.
6. *Луков Д.К.* ПИД-регуляторы: принципы построения и модификации/Луков Д.К., Богданов Д.С., Щагин А.В.//Научное сообщество студентов XXI столетия. Технические науки: сб. ст. по мат. LX студ. межд. научно- практ. конф. (25 дек.). — Новосибирск, 2017. — С. 334-338.
7. *Степаненченко И.В.* Реализация генетического алгоритма адаптации параметров регулятора в распределенной вычислительной системе / И.В. Степаненченко, В.Г. Семенов, В.В. Сургутанов // Известия ВолгГТУ. – 2007. – №9. – С. 24-27.
8. *Куцый Н.Н.* Применение генетического алгоритма для оптимизации автоматических систем с ПИД-регулятором / Н.Н. Куцый, Н.Д. Лукьянов // Вестник Иркутского государственного университета. – 2012. – №6. – С. 6-10.
9. *Andri M.*, PID parameters optimization by using genetic algorithm / Andri M., Shinichiro Yo., Masashi F. // ISTECS Journal. – Vol. 8. – 2006., – pp. 34-43.
10. *Ardavan M.H.* Modular multilevel converter circulating current control using model predictive control combined with genetic algorithm./Ardavan M.H., Senol I.B., Seyed H.H. // 9th International Conference on Theory and Application of Soft Computing, Computing with Words and Perception, ICSCCW 2017, 24-25 August 2017, Budapest, Hungary.
11. *Santosh K.S.* Genetic algorithms techniques based optimal PID tuning for speed control of DC motor/Santosh K.S., Vinod K.G//American Journal of Engineering and Technology Management. — Vol. 1. — Iss. 4. — 2016. — pp. 59-64.
12. *Рубашкин А.С.* Компьютерный тренажер энергоблока ПГУ-450Т. / Рубашкин А.С., Обуваев А.С. // Тренажерні комплекси та системи: 3 науково-практичної конференції: в 2-х т. – Київ.: Інститут проблем моделювання в енергетиці ім. Г. Є. Пухова НАН України, 2006.

Ershov V.E., Serdobintsev S.P., Golubev A.V. Optimization of power plant equipment operation with the help of genetic algorithm

Combined-cycle power units are extensively used in Russia due to their higher efficiency as against other generation types. However, a gas turbine unit is strongly affected by the changes of ambient conditions. Maintaining the optimal operation mode of a combined-cycle unit poses both scientific and engineering challenges that can be overcome by developing an automated optimization system to help the operator. The paper discusses the implementation of an optimization loop based on a genetic algorithm, describes its structural diagram and the interaction with the plant and the existing base-level controls. The power unit efficiency improvement is shown. The results obtained can be used as a framework for developing an optimization system as a part of a real-life power plant's process controls.

Keywords: *genetic algorithm, mathematical modeling, process control system of a power plant, gas turbine unit.*