

ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКОЙ

Ярохович А. А., Хаджинов М. К.

Кафедра электронных вычислительных средств, Кафедра систем управления, Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь

E-mail: aleksey.yarokhovich.kuvo@gmail.com

В данной работе были рассмотрены существующие системы управления турбогенераторной установкой, выявлены существующие проблемы и поставлены задачи для поведения дальнейшей работы.

ВВЕДЕНИЕ

Качество генерируемой энергии в основном зависит от системы автоматического управления паротурбинных генераторов, которая осуществляет первичное регулирование частоты сети с помощью автоматического регулятора частоты вращения (АРЧВ) турбин. Ввод новых турбогенераторных установок с современными системами автоматического управления в течение длительного периода крайне незначителен. Поэтому решение данной проблемы является трудно реализуемым. Целью исследования является анализ современных методов управления паровыми турбогенераторными установками, методов расчёта элементов системы управления и защиты турбины в целом.

I. АВТОМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПАРОВЫХ ТУРБОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК (ТГУ)

Автоматические системы управления современных паровых турбогенераторных установок (ТГУ) — это сложные комплексы различных устройств регулирования и защиты установки. Система управления турбогенераторной установкой обеспечивает четкую и безотказную

работу, автоматически поддерживает заданные режимы работы турбоагрегата, осуществляет измерение и отображение технологических параметров. Кроме того, системы управления обеспечивают необходимые безопасность и надежность всего агрегата при аварийных ситуациях.

Структура системы управления турбогенераторной установкой зависит от типа, мощности и принципа работы турбины. Конструктивное исполнение узлов турбогенераторов и устройств этих систем у разных производителей также различно. Но в любой системе управления используются принципиально одинаковые способы решения поставленных задач. Поэтому можно рассматривать некоторые общие принципы построения САУ паровых турбин, не разбирая подробно их конструктивного выполнения[1-2].

Общая для большинства системы автоматического управления скоростью вращения турбины структурная схема представлена на рис.1. Здесь на вход в систему в сумматоре складываются значение установки угловой скорости вращения турбины s от задачика и передаточная функция возмущающего воздействия от систем реакторного отделения W_{po} , вызывающие незначительные колебания давления в главном паровом коллекторе. Определим общую передаточную функцию САУ турбины[3].

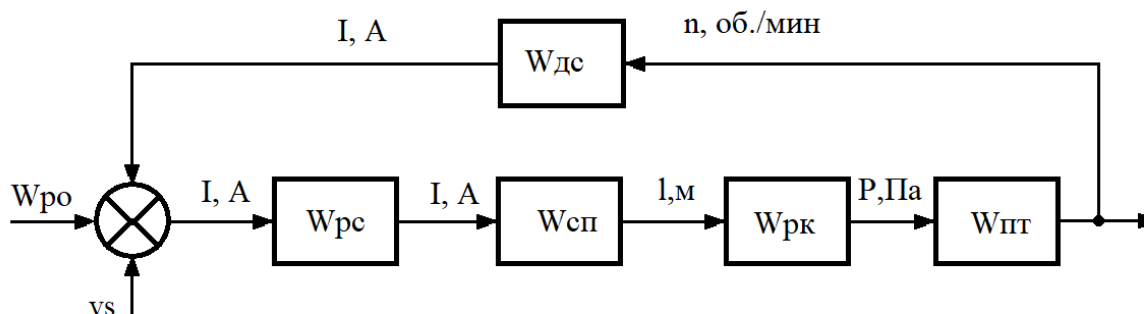


Рис. 1 — Структурная схема линейной модели САУ турбины: PC — регулятор скорости вращения ротора турбины; СП — электрогидравлический следящий привод; РК-регулирующий клапан; ПТ — паровая турбина; ДС — датчик угловой скорости

Общая передаточная функция САУ турбины:

$$W_T(p) = \frac{W_{PC} \cdot W_{СП} \cdot W_{ПК} \cdot W_{ПТ}}{1 + (W_{PC} \cdot W_{СП} \cdot W_{ПК} \cdot W_{ПТ} \cdot W_{\Delta C})} \quad (1)$$

$$W_T(p) = \frac{77.91 \cdot p^5 + 855.8 \cdot p^4 + 3334 \cdot p^3 + 5932 \cdot p^2 + 4875 \cdot p + 1500}{1 + (0.01 \cdot p^8 + 0.201 \cdot p^7 + 1.45 \cdot p^6 + 5.52 \cdot p^5 + 12.22 \cdot p^4 + 16.26 \cdot p^3 + 18.82 \cdot p^2 + 5.52 \cdot p + 1)} \quad (2)$$

II. ПРОБЛЕМЫ И ЗАДАЧИ

Существующие проблемы систем управления турбогенераторной установкой:

1. Поддержание постоянной частоты вырабатываемой электроэнергии. Основной задачей системы управления паровой турбины является поддержание постоянной скорости вращения ротора турбины независимо от изменяющейся нагрузки. Поэтому первичная задача системы управления заключается в удержании частоты в допустимых пределах при нарушении баланса активной мощности. Однако, частота до номинального значения не восстанавливается, что обусловлено статизмом систем управления.
2. Поддержание баланса мощности. Повсеместное потребление электроэнергии задаёт случайные отклонения потребления, а следовательно, и неплановое нарушение баланса мощности. Изменение нагрузки (выходной мощности) во время работы паровой турбины может существенно повлиять на ее производительность и эффективность [4].
3. Долгое время запуска генераторной установки. Для запуска или изменения выходной мощности электростанций с ТГУ может потребоваться много часов, если не дней.
4. В режиме холостого хода генератора переходный процесс носит явно выраженный колебательный характер, особенно при больших значениях коэффициента усиления САУ.

Задачи исследования:

1. С целью ускорения процессов регулирования и избаления от колебаний частоты в режиме холостого хода заменить ПИ-регуляторы контуров управления давлением и мощности на модальные регуляторы.
2. Для устранения влияния чистого запаздывания на качество процессов регулирования

перестроить структуру системы управления в виде прогнозирующего наблюдателя. Запаздывание из контура управления устраняется и остаётся лишь в контуре оценивания.

3. Использовать в наблюдателе упрощенную модель с встроенным компенсатором перекрёстных связей и с запаздываниями, перенесёнными на выход.
4. Ввести в систему управления ограничения на управляющие переменные и попытаться подавить режим автоколебаний квадратичными обратными связями по производной регулируемой величины. Сигналы производных формировать в модели наблюдателя.
5. Провести сравнительный анализ моделей существующих САУ ТГУ с моделью полученной в результате исследования.

III. Выводы

Существующие АСУ ТГУ частично решают выявленные проблемы, но для лучшего их решения следует: изменить применяемые ПИ-регуляторы на модальные с целью приближения модели СУ к реальным процессам, ввести ограничения на уровне управления и квадратичной обратной связью по производной добиться регулирования на пределах ограничений.

1. Новосёлов В. Б. Разработка методов исследования и совершенствования электрогидравлической системы регулирования и защиты паровых теплофикационных турбин и их элементов. Екатеринбург, 2014.
2. Bosch Rexroth «Гидравлика высокого давления в современных газо- и паротурбинных системах» (RE 09 722/07.90).
3. Ефремова Т. А., Мартюшев Д. Н. Расчёт характеристик системы автоматического управления мощностью энергоблока АЭС // Молодой ученый. — 2015. — №22.5. — С. 39-42. — URL <https://moluch.ru/archive/102/23651/> (дата обращения: 22.09.2018).
4. Ротов П.В. Повышение энергетической эффективности работы ТЭЦ и городских систем теплоснабжения. Москва, 2011. № 9. С. 16–20.