



Т.Ю. Кортова, Г.А. Саитова

СОЗДАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ МИКРОТУРБИНОЙ УСТАНОВКОЙ

(Уфимский государственный авиационный технический университет)

Современный электроэнергетический комплекс России находится в достаточно затруднительном положении: требования потребителя растут, а используемое для производства электроэнергии оборудование не поспевает за требованиями. [1]

Подобная ситуация вызвана недоинвестированностью топливно-энергетического комплекса России, что приводит к износу оборудования, его устареванию и ранней выработке ресурса. [1]

Сравнение планов развития топливно-энергетического сегмента России «Энергетическая стратегия – 2010» (ЭС 2010) и «Энергетическая стратегия – 2020» (ЭС 2020) показало, что прогнозируемые значения на конец прогнозируемого периода оказались существенно ниже затребованных. А объемы инвестиций серьезно отстают от необходимых даже для поддержания уже существующего оборудования. [4]

Поскольку проектный ресурс оборудования практически выработан, а технологическая база сильно изношена, то остро встает вопрос о потенциале Российской энергетики и тому, к чему нас может привести подобная ситуация.

Рассматривая структуру обеспечения потребителя электроэнергией можно заметить, что подавляющую часть (более 90%) нагрузки несут на себе централизованные источники электроснабжения: котельные (мощностью более 20 Гкал/ч), стационарные ТЭЦ, ГРЭС, ГЭС.

В то же время, децентрализованные источники электроснабжения представлены в структуре достаточно посредственно, не смотря на набирающую популярность подобных систем в других, более развитых странах.

Главной тенденцией децентрализованного теплоснабжения населения в последние тридцать лет является повышенный уровень потребления тепла, при сопоставимом увеличении объема потребления газа. [2]

Самым популярным представителем децентрализованных систем электроснабжения является микротурбина (малоразмерная энергоустановка), которая гораздо ближе к потребителю, чем газотурбинная установка на электростанции. Она представляет из себя относительно небольшую установку, размерами около 4-5 кубометров, и предназначена для выработки электричества и тепла (рис. 1.) [2].

Микротурбины обладают рядом качественных преимуществ: они имеют малые габаритные размеры; низкий уровень шума и вибраций; возможность работы на различных видах топлива; низкий уровень вредных веществ в выхлопных газах; возможность работать в широком диапазоне нагрузок (начиная с минимально возможного 1%). [3]

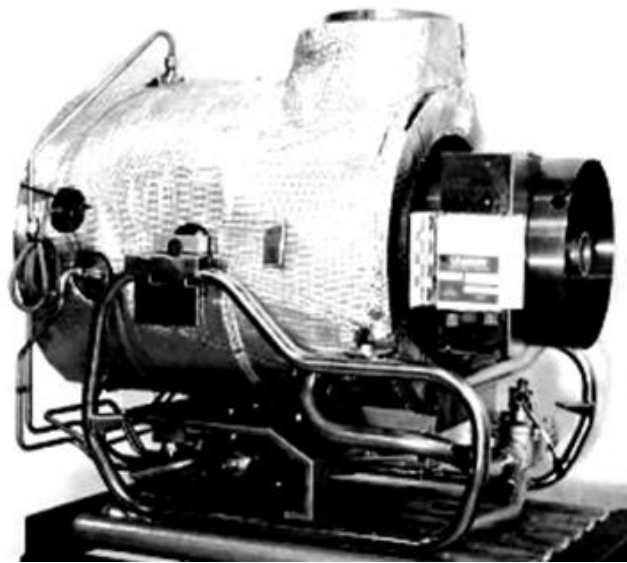


Рис. 1. Турбогенератор микротурбинной установки Capstone C65

Все эти качества позволяют устанавливать и использовать микротурбинные установки в качестве автономных источников электроэнергии, подстраивая под нужды потребителя, которому требуется независимость от централизованного источника энергоснабжения либо в качестве запасного источника питания.

Благодаря указанным выше преимуществам, микротурбинные установки могут быть использованы в различных областях, начиная от обеспечения больниц и дата-центров и заканчивая обеспечением электроэнергией и теплом людей, работающих в условиях Крайнего Севера. [1]

Микротурбинные установки просты в эксплуатации и требуют минимального обслуживания.

Особенно востребованными являются микротурбинные установки семейства Capstone, производимые Соединенными Штатами Америки. Их показатели экономического соотношения стоимости самой установки к стоимости киловатта электроэнергии являются самыми лучшими.

Тем не менее, подобные установки имеют и недостатки: из-за особой, скачкообразной системы потребления электроэнергии потребителем и, как следствие, вынужденной специфики конструкции, микротурбинные установки, для обеспечения постоянных показателей при выработке электроэнергии, оснащены встроенным аккумулятором. При пиковых нагрузках он выполняет роль дополнительного источника питания для ситуаций, когда турбина еще не набрала необходимое количество оборотов, и является точкой сброса «лишней» электроэнергии, когда пик нагрузки прошел и турбина начинает снижать обороты (рис. 2.).

При подобной эксплуатации аккумулятор выходит из строя примерно раз в год, т.е. требует ежегодной замены, что влияет на экономическую эффективность всей установки и увеличивает ее стоимость.

Поскольку конструктив данных установок не может быть изменен, встает вопрос о решении данной проблемы иным путем. Например, используя интеллектуальные системы управления.

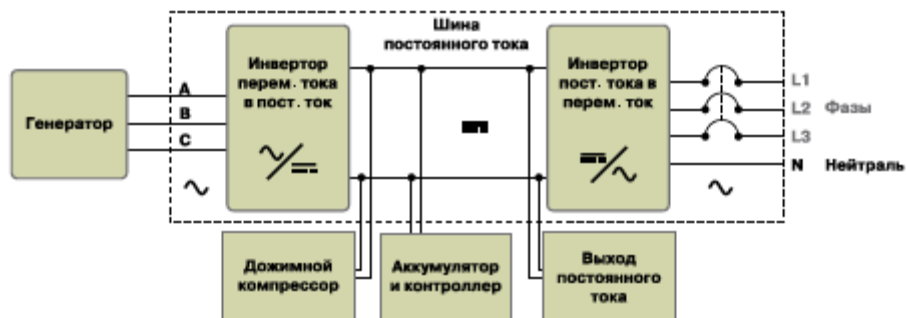


Рис. 2. Схема преобразования постоянного тока

Среди существующих ныне методов, моделей и алгоритмов интеллектуальных систем управления для решения поставленной выше проблемы особенно сильно выделяются системы на нечеткой логике и методы искусственных нейронных сетей. Идеальным же вариантом будет создание гибридной нейро-нечеткой системы, которая будет комбинировать методы искусственных нейронных сетей и нечеткую логику, что позволит сделать близкую к идеалу систему-аппроксиматор.

В качестве ведущего модуля была выбрана байесовская самообучающаяся нейросеть, а в качестве подчиняющегося вышеупомянутая нечеткая логика.

В предполагаемом алгоритме модуль нечеткой логики будет выполнять роль «счетовода», поставляя подсчитанные данные, что минимизирует шум для дальнейших расчетов, а модуль байеса будет оценивать полученные данные и принимать решение о следующих действиях, выдавать команды и прогнозировать исход своих действий, т.к. именно этот модуль дает более точные данные при оценке вероятности событий. События, произошедшие по прогнозу модулей, будут оцениваться ведущим модулем и подразделяться на имеющие «позитивный» и «негативный» исход, что позволит системе самообучаться и корректировать свое поведение при принятии решений. Т.е. если прогноз был верен и командные действия привели к успеху, то такие данные считаются «позитивными» и расцениваются как верная работа, команды, отданные ведущим модулем, считаются корректными. Если же прогноз оказался «негативным», то, при отсутствии прецедента, командные воздействия ведущего модуля признаются некорректными и приводят к оценке модулем своих действий.

Предполагается, что реализованный алгоритм нейро-нечеткой системы комбинирующей возможности байесовской системы и нечеткой логики позволит наилучшим образом решить проблему контроля за оборудованием в микро-турбинных установках Capstone и принесет экономическую выгоду при его внедрении.

Литература

1. Иноземцев А.А. Газотурбинные двигатели: Учебник для студентов специальности «Авиационные двигатели и энергетические установки»/А.А.Иноземцев, М.А.Нихамкин, В.Л.Сандрацкий. –М.: «Машиностроение», 2007, -1204 с.



2. Лыкова С.А. Высокоэффективные гибридные энергоустановки на основе топливных элементов // Теплоэнергетика, 2002, № 1. С. 50-55.
3. Тупов. В.Б. Охрана окружающей среды от шума в энергетике. /В.Б.Тупов. –М.: Издательство МЭИ, 1999.-192с.
4. Андрианов.В. Современное состояние, проблемы и перспективы развития топливно-энергетического комплекса России// Сайт <http://viperson.ru/articles> , дата запроса: 5.03.18

В.Ю. Коньшева, Н.А. Максимов, А.В. Шаронов

ВЕЙВЛЕТ-АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ЛИНЕЙНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ОГРАНИЧЕННЫМ ЧИСЛОМ ТОЧЕК ДОСТУПА

(Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет))

В работе рассматривается один из возможных подходов к решению задачи контроля и диагностики линейных динамических систем. Процесс функционирования динамических систем неотделим от процессов старения элементов и выхода их из строя. Поэтому необходимо оперативно выявлять эти моменты сбоя. Анализ доступных публикаций по теме работы показал, что постановка задачи диагностики предполагает знание текущих значений вектора состояния динамических систем. Однако, измерение всех координат вектора состояния не всегда является возможным. Во-первых, такая ситуация может возникнуть из-за отсутствия “точек доступа”. Во-вторых, если результаты измерения некоторых координат вектора состояния содержат “недопустимые” ошибки, не позволяющие их использовать для решения задач контроля и диагностики объектов.

Предложенный подход предполагает наличие дефицита точек контроля, но требует выполнения условий наблюдаемости Р. Калмана, позволяющего восстанавливать все координаты вектора состояния. В этой связи поставленная задача объединяет три задачи: задачу оценки координат вектора состояния, задачу определения изменившихся параметров объекта и задачу определения моментов возникновения этих изменений (моментов “разладки”). Решение первой задачи традиционно связано с построением фильтра Р. Калмана. Для решения второй задачи предлагается использовать уравнения параметрической чувствительности, а для локализации моментов времени наступления таких “разладок” использовать разложение функций параметрической чувствительности в ряды Фурье по ортонормированному вейвлет-базису. Основная особенность такого разложения связывается со свойствами вейвлетов, позволяющих фиксировать не только факт изменения свойств систем (изменение значений параметров системы), но и локализовать моменты их возникновения.

В работе основное внимание уделяется решению задачи локализации моментов времени изменения значений параметров математических моделей.