Оптимизация параметров управления ДВС на статических режимах работы на основе многопараметрической нейросетевой модели

Смирнов А.Б., Петриченко Д.А., Шустров Ф.А., Татарников А.П.

Общество с ограниченной ответственностью "Ассистенс"

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение ужесточающихся норм токсичности, предъявляемых к транспортным средствам, требует применения более точных стратегий управления, обеспечивающих на протяжении всего процесса эксплуатации транспортного средства требуемый уровень токсических компонентов отработавших газов и приемлемый расход топлива. Это возможно достичь за счёт применения сложных алгоритмов управления, построенных на основе многопараметрических моделей узлов и агрегатов транспортного средства.

Поэтому необходимо разрабатывать программно-аппаратные комплексы, которые могли бы помочь инженеру-калибровщику в процессе выбора требуемых значений параметров управления. Подобные программные продукты должны базироваться на основе процедур многопараметрической оптимизации, способной подбирать требуемые параметры управления на основе сложного критерия оптимизации, учитывающего токсические и экономические показатели ДВС.

Целью данной работы является разработка программного средства, позволяющего определять оптимальный режим работы ДВС для каждого характерного значения его мощности на основе экспериментальных данных, полученных в процессе стендовых испытаний.

МЕТОД И РЕАЛИЗАЦИЯ

Современный ДВС является сложным многопараметрическим объектом, управление которым необходимо строить с учётом многих противоречащих друг другу критериев. В рамках выполнения данного проекта были разработаны новые оптимизационные методы, базирующиеся на аппроксимации с помощью радиально-базисных функций [1]. Радиально-базисная функция использована для аппроксимации целевой функции, и ключевым свойством алгоритма является способность адаптировано улучшать эту аппроксимацию, особенно в интересующей зоне пространства переменных (для ДВС области низких расходов топлива и низких уровней токсичности по твёрдым частицам и оксидам азота).

При работе ДВС в составе двигатель-генераторной установки одним из чрезвычайно важных вопросов является выбор режима работы ДВС, характеризуемого значениями крутящего момента и частоты вращения, для всего диапазона мощностей ДВС. Набор оптимальных пар значений крутящего момента и частоты вращения ДВС называется линией оптимального управления режимом работы ДВС. Степень оптимальности выбора режима работы ДВС характеризуется минимумом значения критерия оптимальности для каждого характерного значения мощности. Критерий оптимальности является интегральным показателем, объединяющим в себе критерии оптимальности по каждому из показателей работы ДВС, например удельному эффективному расходу топлива Ge и удельным значениям вредных выбросов по таким компонентам, как CO, HC, NOx, PM.

В данной работе был применен радиально-базисный тип искусственных нейронных сетей (ИНС) для оптимизации статических режимов работы ДВС. В качестве инструмента разработки использовался пакет MATLAB с пакетами нейронных сетей Neural Network Toolbox и оптимизации Optimization Toolbox. Алгоритм работы программы следующий:

На первом этапе осуществляется подготовка и нормализация исходных экспериментальных данных ДВС, включающих в себя крутящий момент и частота вращения, а также соответствующие им удельный эффективный расход топлива Ge и удельные значения вредных выбросов по компонентам CO, HC, NOx, PM.

Далее на основе этих данных проводится обучение ИНС – формирование нейросетевой модели ДВС. Затем сформированная модель двигателя внутреннего сгорания на основе ИНС оптимизируется по выбранному интегральному критерию для каждого значения мощности с помощью подпрограммы lsqnonlin.

В результате было получено множество пар значений крутящего момента и скорости вращения вала ДВС, которые соответствуют его линии оптимального управления. Далее эти значения могут быть загружены в контроллер ДВС для оптимального выбора его режима управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данной работе представлен подход к использованию радиально-базисных ИНС для оптимизации управления ДВС, работающего в статическом режиме, с целью улучшения токсических и топливно-экономических показателей его работы. Представлен метод решения, а также его программная реализация с использованием пакета MATLAB. Созданная программа позволяет находить пары крутящего момента и частоты вращения вала ДВС, соответствующие линии оптимального управления.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] M. D. Buhmann, Radial Basis Functions: Theory and Implementations, Cambridge University, 2003.