

УДК 621.43

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Валиев Р.А., Галиуллин Л.А.

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

E-mail: rustvali@mail.ru

Аннотация: Статья посвящена моделированию дизельных двигателей внутреннего сгорания (ДВС) на базе нечеткого нейросетевого метода. Гибридное нейро-нечеткое моделирование является универсальным аппроксиматором с варьируемой точностью управляющего воздействия и позволяет описать процесс испытаний двигателей внутреннего сгорания в виде базы знаний. Управление по предложенной модели позволяет за меньший промежуток времени с достаточной степенью точности выводить на заданный режим испытаний дизель, что позволило сократить расчетное время испытаний на 11 % и уменьшить расход топлива на 7 %. При помощи разработанной системы проводится последовательное преобразование входных параметров режима испытаний дизелей в управляющее воздействие. По рассчитанным управляющим воздействиям реализуется непосредственно сам процесс испытаний.

Ключевые слова: моделирование, двигатель, нейронная сеть.

SIMULATION OF DIESEL ENGINES INTERNAL COMBUSTION

Valiev R.A., Galiullin L.A.

Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education

«Kazan (Volga region) Federal University»

E-mail: rustvali@mail.ru

Summary: The article is dedicated to the modeling of diesel internal combustion engines (ICE) based on the fuzzy neural network method. Hybrid neuro-fuzzy simulation is a universal approximator with variable control accuracy and allows us to describe the process of testing internal combustion engines in the form of a knowledge base. The control according to the proposed model allows to bring diesel to the specified test mode for a shorter period of time with a sufficient degree of accuracy, so that reduces the estimated test time by 11 % and fuel consumption by 7 %. The developed system is used to

sequentially convert the input parameters of the diesel test mode into a control action. And the test process is implemented by the calculated control actions.

Keywords: simulation, engine, neural network.

Введение

Задачи автоматизации испытаний двигателей внутреннего сгорания (ДВС), функционирующих в режиме реального времени, с учетом нечеткого логического вывода, обусловленного неполной информацией о программе испытаний и процессе испытаний являются актуальными [1]. На основе теории нечеткой нейронной сети исследуется процесс управления в технологиях автоматизированных испытаний ДВС. Применение теории проектирования адаптивных, самоорганизующихся нечетких нейронных сетей для управления процессами автоматизированных испытаний ДВС возможно благодаря достаточно широким возможностям их практических приложений.

Методы

Постановка и решение нового и объективно сложного класса задач по автоматизации испытаний ДВС в режиме реального времени на основе нечетких нейронных сетей, позволяет с помощью аппарата нечеткой логики принимать решения по управлению процессом испытаний. Для проведения испытаний по различным программам технологии испытаний и объективной оценки характеристик каждого двигателя, который ставится на испытание, в автоматизированной системе испытаний (АСИ) предлагается использовать разработанные алгоритмы испытаний на основе архитектуры нечеткой нейронной сети типа ANFIS [2].

Сделан выбор задающих (частота вращения коленчатого вала и крутящий момент) и управляющих (положение рейки ТНВД, тормозной момент) параметров, используемых в АСИ дизелей. На основе этих параметров создана топология нечеткой нейронной сети и база знаний АСИ в виде нечетких управляющих правил на примере дизелей КАМАЗ 740.30-260.

Было выбрано количество слоев нечеткой нейронной сети и нейронов в каждом слое. Нечеткий вывод осуществлен на базе алгоритма Сугено с агрегированием по методу центра тяжести. Выбор алгоритма и метода обусловлен более высокой точностью и скоростью их работы по сравнению с другими рассмотренными методами.

Разработана модель базы знаний АСИ дизелей и алгоритм ее заполнения нечеткими управляющими правилами, позволяющий, к тому же, исключить

дублирование управляющих правил.

Заключение

Исследование решает актуальную проблему автоматизации технологического процесса испытаний дизелей на основе использования нечеткого нейросетевого метода.

Применение разработанных моделей, методик и алгоритмов, реализованных в виде программы для ЭВМ, обеспечивает повышение общего быстродействия автоматизированной системы испытаний дизелей с одновременным обеспечением точности расчета испытательных режимов в пределах заданного уровня [3].

Таким образом:

- построение нейронной сети типа ANFIS по схеме Ванга-Менделя, позволяет в аналитическом виде выразить градиент функции ошибки от параметров сети и повысить эффективность настройки сети;
- формирование методики реализации различных режимов испытаний путем адаптации нейронной сети подбором параметров в процессе обучения сети на основе экспериментальных данных, позволяет не привлекать экспертов для формулирования правил и функций принадлежности и автоматизировать процесс формирования правил и функций принадлежности;
- разработка гибридного алгоритма настройки сети на основе метода обратного распространения ошибки, в котором часть параметров настраивается градиентным методом, а часть – с помощью вычисления псевдообратной матрицы, позволяет разрабатывать «быстрые алгоритмы» обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Neural Network-based Classification for Engine Load [Text] / S. M. Shahid, B. Jo, S. Ko, S. Kwon // 1st International Conference on Artificial Intelligence in Information and Communication (ICAIC 2019). – 2019. – P. 568-571.

2 Sui, L.-G., Huang, L. Modelling and simulation research of vehicle engines based on computational intelligence methods [Text] / L.-G. Sui, L. Huang // International Journal of Computational Science and Engineering. – 2019. – Vol. 18. – № 3. – P. 227-239.

3 Shrivastava, N., Khan, Z. M. Application of Soft Computing in the Field of Internal Combustion Engines : A Review [Text] / N. Shrivastava, Z. M. Khan // Archives of Computational Methods in Engineering. – 2018. – Vol. 25. – № 3. – P. 707-726.