

Література

1. Rao, Zhonghao, and Shuangfeng Wang, 'A Review of Power Battery Thermal Energy Management', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15.9 (2011), 4554–71 <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.096>>
2. Iclodean, C, B Varga, N Burnete, D Cimerdean, and B Jurchiş, 'Comparison of Different Battery Types for Electric Vehicles', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 252 (2017), 012058 <<https://doi.org/10.1088/1757-899X/252/1/012058>>
3. Akinlabi, A. A. Hakeem, and Davut Solyali, 'Configuration, Design, and Optimization of Air-Cooled Battery Thermal Management System for Electric Vehicles: A Review', *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 125 (2020), 109815 <<https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109815>>
4. Chen, Kai, Yiming Chen, Yiqi She, Mengxuan Song, Shuangfeng Wang, and Lin Chen, 'Construction of Effective Symmetrical Air-Cooled System for Battery Thermal Management', *Applied Thermal Engineering*, 166 (2020), 114679 <<https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2019.114679>>

Богаевский Александр Борисович, д.т.н., профессор, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, bogaevski.a@gmail.com
Борисенко Анатолий Николаевич, д.т.н., профессор, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», 4borisea@gmail.com
Буланов Дмитрий Андреевич, студент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

СИНТЕЗ КВАЗИОПТИМАЛЬНОГО ПО ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ И ТОКСИЧНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ УПРАВЛЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ДИЗЕЛЯ

При решении задачи оптимизации управлений по топливной экономичности и токсичности отработавших газов дизеля необходимо учитывать противоречивые зависимости удельного эффективного расхода топлива и выбросов вредных веществ в атмосферу в функции координаты топливodoзирующего органа, воздухопоснабжения дизеля и фазы топливopoдачи на различных режимах работы агрегата. Кроме того, необходимо учитывать ограничения на ряд параметров рабочего процесса двигателя (максимальное давление сгорания и скорость его изменения по углу поворота коленчатого вала, температуру отработавших газов и т.д.) Изменение фазы топливopoдачи в различных диапазонах по-разному влияет на массу выбросов окислов азота, окислов углерода, сажи и т.д.

Наиболее широкое распространение в последние годы получили следующие методы оптимизации:

- а) вариационное исчисление;
- б) динамическое программирование;

- в) принцип максимума;
- г) математическое программирование.

Поскольку рассматриваемый объект имеет ограничения на переменные состояния и на управления, обусловленные его физическими характеристиками, вариационное исчисление применять нецелесообразно.

Основной недостаток динамического программирования заключается в необходимости большого объёма памяти вычислительного устройства, используемого в качестве оптимального регулятора. Кроме того, положение усугубляется вследствие наличия нескольких управлений (трёх в данном случае), что, опять-таки, ведёт к росту потребного объёма памяти на вычисление и хранение всех точек оптимальной траектории.

Рассмотрим применение принципа максимума для получения законов оптимального управления дизелем с газотурбинным наддувом в переходных режимах, вызываемых изменением скоростного и нагрузочного режимов его работы. При этом момент скачкообразного увеличения («наброса») нагрузки и момент окончания переходного процесса неизвестны, но задана длительность переходного процесса. Поскольку объект управления рассматривается как стационарная система, его реакция не зависит от момента появления возмущения. Кроме того, величина приращения («наброса») нагрузки заранее неизвестна.

Динамика объекта задается системой дифференциальных уравнений при соответствующих начальных условиях и ограничениях на управляющие воздействия и параметры рабочего процесса двигателя. В качестве критерия-функционала выбран аддитивный (т.е. состоящий из нескольких слагаемых) квадратичный функционал, в который входят угловая скорость, координата топливодозирующего органа и масса токсичных выбросов в атмосферу. Весовой коэффициент каждого слагаемого в выражении функционала может выбираться в частности на основании экспертных оценок. С учетом этого критерия и системы уравнений составляется многопараметровый матричный оператор - гамильтониан.

Условие равенства нулю максимума гамильтониана справедливо для рассматриваемого объекта регулирования, так как система уравнений инвариантна во времени, время окончания переходного процесса не задано и подынтегральная функция критерия-функционала также инвариантна во времени. Тогда гамильтониан учитывает координату топливодозирующего органа, угловую скорость коленчатого вала дизеля, количество воздуха, поступающего в цилиндры дизеля, угловую скорость ротора турбокомпрессора и угол опережения подачи топлива. Равенство нулю максимума составленного гамильтониана определяет необходимое условие оптимальности суммарного в общем случае управления дизель – генератором.

Методы математического программирования направлены на отыскание экстремальных значений целевой функции среди множества ее возможных значений, определяемых в значительной мере физическими ограничениями. Так как при решении этих задач приходится выполнять значительный объем вычислений, то при сравнительной оценке методов большое значение

придається ефективності і зручності їх реалізації на ЕВМ. В залежності от властивостей цільової функції і функції обмежень всі задачі математичного програмування діляться на два основних класи: задачі лінійного програмування і задачі нелінійного програмування;

Якщо цільова функція і функції обмежень – лінійні функції, то відповідна задача пошуку екстремума є задачею лінійного програмування. Якщо хоча б одна із вказаних функцій нелінійна, то відповідна задача пошуку екстремума є задачею нелінійного програмування. Ці методи знаходять застосування при визначенні параметрів управління дизелем поряд з принципом максимуму.

Отримані квазіоптимальні управління реалізуються електронною системою на мікроконтролерах на середньоборотному дизелі потужністю 2225 кВт і дозволили знизити виброси шкідливих речовин в атмосферу в процесі експлуатації в середньому на 25-37%.

Борисенко Анна Олегівна, к.т.н., доцент кафедри автомобільної електроніки, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, anutochka2111@gmail.com

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ПАЛИВНОЇ ЕКОНОМІЧНОСТІ ГІБРИДНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Як показник паливної економії автомобілів прийнята витрата палива в літрах на 100 км пройденого шляху. Але автомобіль Toyota Prius PHV крім палива витрачає електричну енергію, яка запасється в акумуляторній батареї від зовнішніх джерел енергії, наприклад, електричної мережі 220 В. Тому при визначенні паливної економії гібридних транспортних засобів з зовнішнім зарядом треба звернутися до Міжнародних нормативних документів, які розкривають типи гібридних автомобілів та особливості визначення їх паливної економії. Правилами ЄЕК ООН № 83-05:2005, IDT рекомендовано для гібридних транспортних засобів, які заряджаються за допомогою зовнішнього зарядного пристрою, з перемикачем робочих режимів для визначення паливної економії (таблиця).

Таблиця – Приклад вибору робочих режимів

Заряд батареї \ Гібридні режими	Тільки електрика	Тільки паливо	Тільки електрика Тільки паливо	Гібридний режим (спортивний, економічний, міський, позаміський)
	Гібридний режим	Гібридний режим	Гібридний режим	
Умова А. Повна зарядка	Гібридний режим	Гібридний режим	Гібридний режим	Гібридний режим з переважним споживанням електроенергії