

УДК 629.113.002.3.004

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА РАБОТЫ ДВИГАТЕЛЯ И БЕССТУПЕНЧАТОЙ ТРАНСМИССИИ АВТОМОБИЛЯ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСНОГО ТОПЛИВНО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО КРИТЕРИЯ

Н.В. Савенков, магистрант, Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры, г. Макеевка

Аннотация. Разработан метод регулирования автомобильного двигателя совместно с бесступенчатой трансмиссией. Это позволяет выбрать оптимальные режимы работы ДВС и соотношение передаточных чисел вариатора с учетом условий движения.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, коэффициент использования мощности, частота вращения, передаточное число, вариатор, комплексный топливно-экологический критерий.

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ДВИГУНА Й БЕЗСТУПЕНЕВОЇ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ НА ОСНОВІ КОМПЛЕКСНОГО ПАЛИВНО- ЕКОЛОГІЧНОГО КРИТЕРІЮ

Н.В. Савенков, магістрант, Донбаська національна академія будівництва
і архітектури, м. Макіївка

Анотація. Розроблено метод регулювання автомобільного двигуна разом з безступеневою трансмісією. Це дозволяє вибрати оптимальні режими роботи ДВЗ і співвідношення передаточних чисел варіатора з урахуванням умов руху.

Ключові слова: двигун внутрішнього згорання, коефіцієнт використання потужності, частота обертання, передаточне число, варіатор, комплексний паливно-екологічний критерій.

OPTIMIZATION OF THE ENGINE OPERATION AND CONTINUOUSLY VARIABLE TRANSMISSIONS OF VEHICLE BASED ON INTEGRATED FUEL-ECOLOGICAL CRITERIA

N. Savenkov, master, Donbas National Academy of Engineering and Architecture,
Makeyevka, Donetsk Region

Abstract. A method of regulating automobile engine operation with continuously variable transmission is developed. This allows to select the optimal modes of engine and gear ratios of the variator ratio, taking into account traffic conditions.

Keywords: internal combustion engine, capacity factor, speed, gear ratio, variable, complex fuel and environmental criteria.

Введение

Известно, что требуемая для движения автомобиля эффективная мощность, развиваемая двигателем внутреннего сгорания, характеризуется нагрузкой и частотой вращения [1]. При различном сочетании данных парамет-

ров эффективный КПД ДВС, запас мощности при текущем числе оборотов и массовые выбросы токсичных компонентов отработавших газов (ОГ) существенно различаются.

Если автомобиль оснащён ступенчатой коробкой передач, то частота вращения коленча-

того вала двигателя будет изменяться пропорционально скорости движения транспортного средства, что обусловлено наличием только нескольких фиксированных передаточных отношений. В данном случае управлять мощностью ДВС удаётся лишь только изменением нагрузки. Для автомобилей с бесступенчатыми трансмиссиями становится возможным в определённых пределах управлять как нагрузкой, так и частотой вращения двигателя при постоянной мощности на двигателях. Таким образом, развитие и совершенствование бесступенчатых трансмиссий обуславливает возможность улучшения топливно-экономических, тягово-динамических и экологических характеристик автомобиля посредством рационального регулирования режима работы двигателя.

Анализ публикаций

В настоящее время, в период развития и широкого распространения автомобилей с бесступенчатыми трансмиссиями, ведутся всесторонние исследования по созданию алгоритмов их оптимального регулирования. Предложен метод оптимизации функций изменений параметров регулирования двигателя внутреннего сгорания по критерию максимального эффективного КПД [2].

Цели и постановка задач

Основная цель работы: на основе технических характеристик ДВС и экспериментальных данных создать метод оптимизации функций параметров его регулирования в сочетании с трансмиссионным вариатором при различных режимах движения автомобиля. Задачи исследования: выбрать критерий оптимизации работы силовой установки автомобиля и определить оптимизационные параметры; создать математическую модель совместных характеристик ДВС и его трансмиссии для режима частичных нагрузок; выбрать для исследования в качестве примера характеристики конкретного автомобиля и получить оптимальные функции параметров регулирования ДВС и трансмиссии.

Исследование и оптимизация режимов работы автомобильной силовой установки с вариатором

Для оценки эффективности работы силовой установки автомобиля выбран комплексный

топливно-экологический критерий [3], определяемый выражением

$$K_{ТЭ} = \eta_e \cdot (1 - \beta), \quad (1)$$

где η_e – эффективный КПД ДВС, β – коэффициент относительных эксплуатационных экологических затрат, который определяется как отношение затрат на возмещение экологического ущерба от вредного воздействия на окружающую среду отработавших газов двигателя к суммарным затратам на топливо и возмещение экологического ущерба.

Оптимизационными параметрами являются частота вращения и коэффициент использования мощности ДВС [4].

Для исследований, в качестве примера, выбраны параметры автомобиля КрАЗ 6510, оснащённого двигателем СМД 31.15, многопараметровая диаграмма эффективных характеристик и массового расхода токсичных компонентов ОГ которого приведены на рис. 1 и рис. 2 соответственно. Поверхности построены посредством полиномиальной интерполяции на основании экспериментальных данных [3].

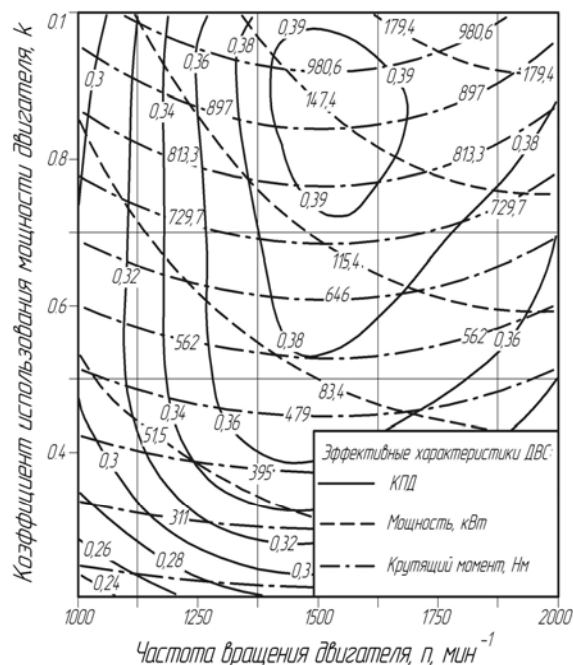


Рис. 1. Многопараметровая диаграмма эффективных характеристик ДВС СМД 31.15

Диаграмма комплексного топливно-экологического критерия и эффективной мощности в координатах параметров оптимизации ДВС

СМД 31.15 приведена на рис. 3. Цена дизельного топлива принималась в размере 9,76 грн/литр, безразмерный показатель относительной опасности загрязнения 1, показатели относительной агрессивности токсичных компонентов: 1; 3,16; 41,1; 200 для окиси углерода, несгоревших углеводородов, оксидов азота и для твёрдых частиц соответственно.

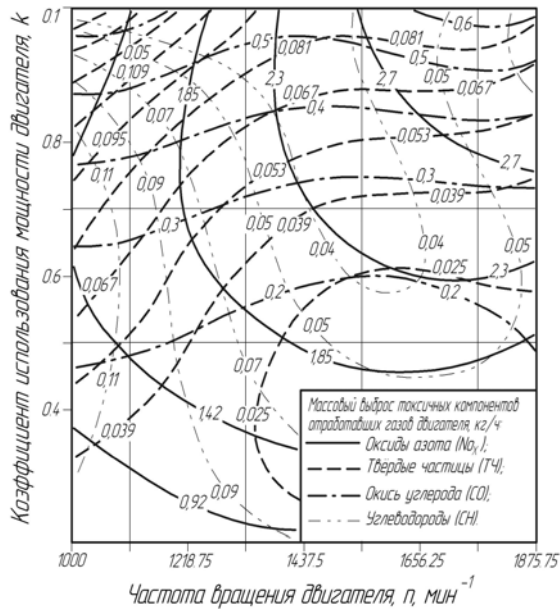


Рис. 2. Диаграмма массового расхода токсичных компонентов ОГ

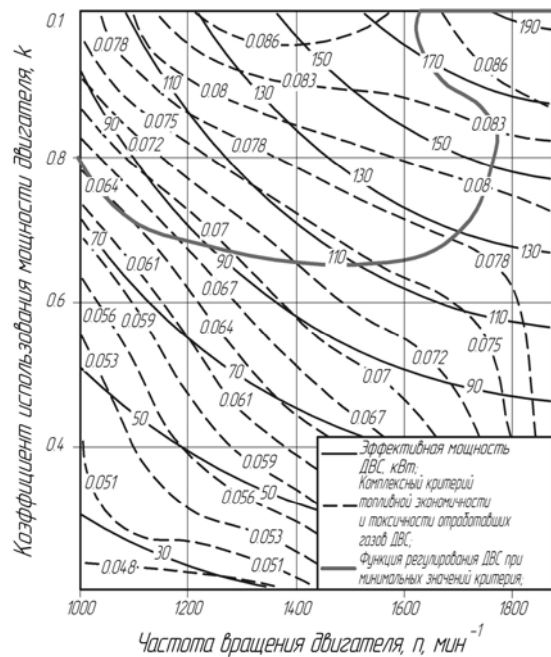


Рис. 3. Диаграмма эффективной мощности и топливно-экологического критерия

Задачей оптимизации является определение таких сочетаний коэффициента использования мощности и частоты вращения, при которых критерий минимален для каждого значения эффективной мощности двигателя.

Таким образом, формируется функция регулирования ДВС при минимальном значении функции $K_{TЭ}$ (рис. 3).

Зависимости параметров регулирования двигателя от эффективной мощности при обеспечении минимального значения критерия приведены на рис. 4.

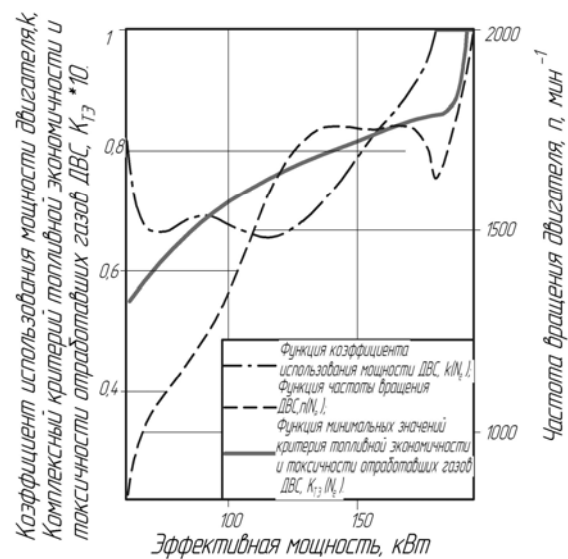


Рис. 4. Зависимости параметров регулирования двигателя

Согласно функции частоты вращения определяется зависимость передаточного числа от скорости движения автомобиля и эффективной мощности двигателя, диаграмма которой приведена на рис. 5.

Относительная эффективность применения на автомобиле КраЗ 6510 с двигателем СМД 31.15 бесступенчатой коробки передач и оптимизированного управления силовой установкой по комплексному топливно-экологическому критерию приведена в табл. 1.

Сравнение выполнялось с аналогичным автомобилем, оснащённым стандартной ступенчатой коробкой передач для высшей передачи.

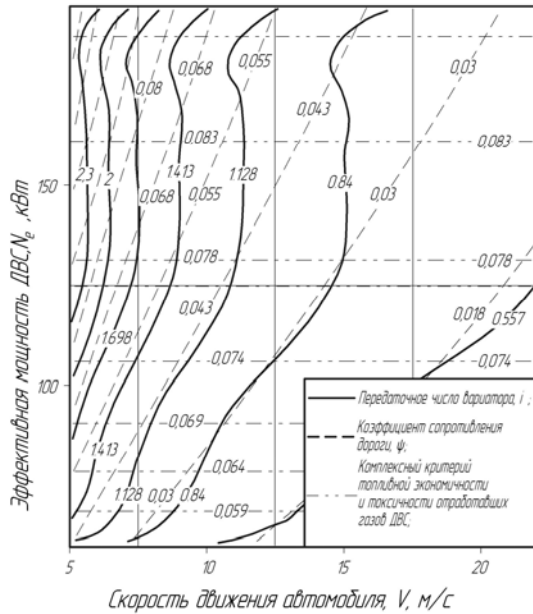


Рис. 5. Комплексная диаграмма передаточного числа вариатора, критерия $K_{TЭ}$ и соответствующего коэффициента сопротивления дороги

Таблица 1 Относительное уменьшение комплексного топливно-экологического критерия автомобиля с вариатором

$V, \text{ м/с}$	Мощность, $N_e, \text{ кВт}$						
	60	80	100	120	140	160	180
	V передача						
10,0	0,98	0,93					
12,0	0,95	1,00	0,95				
14,0	0,90	0,98	1,00	0,96			
16,0	0,87	0,95	1,00	1,00	0,98	0,96	
20,0	0,72	0,84	0,93	0,97	1,00	1,00	0,96
22,0	0,70	0,69	0,76	0,87	0,99	1,00	0,83

Выводы

В результате выполнения работы выбран критерий оптимизации, определены оптими-

зационные параметры, которыми являются параметры регулирования ДВС – частота и коэффициент использования мощности, создана соответствующая математическая модель в программной среде MathCAD. Произведена оценка относительной эффективности применения данного метода регулирования по отношению к процессу движения автомобиля со ступенчатой КП.

Литература

1. Волков В.П. Теория эксплуатационных свойств автомобиля: учебн. пособие / В.П. Волков. – Харьков: ХНАДУ, 2003. – 292 с.
2. Горожанкин С.А. Метод оптимизации режимов работы двигателя и трансмиссии в процессе ускорения автомобиля / С.А. Горожанкин, Н.В. Савенков / Вісник СНУ ім. В. Даля. – 2010. – №6. – 148 с.
3. Парсаданов И.В. Повышение качества и конкурентноспособности дизелей на основе комплексного топливно-экологического критерия: монография / И.В. Парсаданов. – Харьков: Издательский центр НТУ «ХПИ», 2003. – 244 с.
4. Литвинов А.С. Автомобиль: теория эксплуатационных свойств: учебник для вузов по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» / А.С. Литвинов, Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1989. – 240 с.

Рецензент: Ф.И. Абрамчук, профессор, д.т.н. ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 25 июля 2011 г.