

УДК 621.437 (088.8)

В. В. Геращенко, В. В. Куприянчик, Е. Г. Гребень

Могилевский машиностроительный институт

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОДАЧЕЙ ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬ

Вопросы повышения топливной экономичности дизелей путем совершенствования систем управления подачей топлива в дизель являются актуальными. Так, японская фирма «Ниппон Денсо» создала и осваивает систему управления подачей топлива ЕСД-Р2 в дизель [1], алгоритм функционирования которой основан на изменении количества впрыскиваемого топлива перемещением рейки ТНВД.

Предназначенные для управления ТНВД системы управления разрабатываются и у нас для автомобилей МАЗ и КамАЗ. Наибольший эффект, как отмечается в работе [1], можно получить от разработки комплексной системы управления силовым агрегатом-двигателем и трансмиссией.

Авторами настоящей статьи разработана и осваивается комплексная система управления двигателем и трансмиссией. Алгоритм ее функционирования основан на переключении передачи в тот момент, когда обеспечивается минимум удельного расхода топлива на двух смежных передачах, и учете при выборе момента переключения передачи такой важнейшей статистической характеристики нагрузки на валу двигателя, как ее дисперсия.

Авторами разработана и осваивается система управления подачей топлива в дизель, в основу разработки которой положен учет статистических характеристик нагрузки на валу дизеля. Известно, что нагрузка на валу дизеля и соответственно его угловая скорость (при работе на регулярной характеристике) описываются спектральной плотностью [3, 4]. Она приведена на рис. 1, из которого видно, что нагрузка на валу дизеля имеет множество частот с различными амплитудами. Разработана система управления (а. с. 1086197, СССР), в которой производится выделение только одной периодической составляющей текущего значения скорости вращения вала дизеля, с ее учетом и формируется сигнал, передаваемый затем на исполнительный орган перемещения рейки топливного насоса. Учет всего количества составляющих спектральной плотности скорости вращения при формировании сигнала управления в данной системе управления дизелем не производится. Известны также примеры систем управления [5] по среднему значению скорости вращения вала дизеля, что уменьшает отрицательное влияние колебаний момента сопротивления на показатели агрегата, однако применение таких систем ведет к снижению мощности дизеля.

Разработанная система управления (рис. 2) учитывает все периодические составляющие случайной нагрузки на дизель и содержит задатчик 1 эталонного значения скорости вращения вала дизеля, измеритель 2 текущего значения скорости, фильтр 3 низших частот, блок 4 определения среднеквадратичного значения скорости вращения вала, суммирующий элемент 5, выполненный на резисторах 6 и 7 с диодом 8, сравнивающий эле-

мент 9, усилитель 10, исполнительный орган 11 перемещения рейки топливного насоса.

Сигнал от измерителя 2, который изображен на рис. 2, б, подается одновременно на фильтр 3 низших частот и блок 4 определения среднеквадратичного значения скорости. Фильтром 3 формируется сигнал, пропорциональный среднему значению скорости вала (рис. 2, в), блок 4 выделяет случайную составляющую скорости (рис. 2, г), выпрямляет ее и сглаживает (рис. 2, д), формируя сигнал на своем выходе

$$\omega_{св.сл}^* = \frac{1}{T} \int_0^T |\omega_{сл}(t)| dt, \quad (1)$$

где $\omega_{св.сл}^*$ — оценка средневывпрямленного значения случайной составляющей угловой скорости вала; $|\omega_{сл}(t)|$ — модуль случайной составляющей угловой скорости вала; T — продолжительность сглаживания.

Известно [6], что, имея средневывпрямленное значение случайного процесса, можно получить его среднеквадратичное значение по формуле (для нормального процесса)

$$\sigma_{\omega} = \omega_{св}/0,8, \quad (2)$$

где σ_{ω} — среднеквадратичное значение угловой скорости вала.

Посредством суммирующего элемента 5 (рис. 2, а) формируется сумма сигналов среднего значения скорости вращения вала и ее среднеквадратичного значения, что и представляет собой сигнал управления, изображенный на рис. 2, е.

Если выходной сигнал суммирующего элемента 5 равен заданному эталонному значению скорости вращения вала, то разность этих сигналов, формируемая сравнивающим элементом 9, равна нулю. При превышении выходным сигналом суммирующего элемента 5 заданного значения скорости вращения появляется разность напряжений, которая усиливается, и исполнительный орган перемещает рейку топливного насоса в сторону уменьшения подачи топлива. При уменьшении выходного сигнала суммирующего элемента на выходе сравнивающего элемента появляется разность напряжений противоположного знака, которая усиливается, и исполнительный орган перемещает рейку топливного насоса в сторону увеличения подачи топлива.

Заметим, что в разработанной системе управления в отличие от известных систем управления, в которых управление осуществляется по текущему

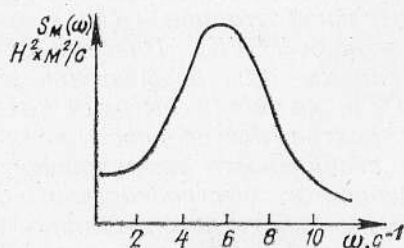


Рис. 1
Спектральная плотность нагрузки на валу дизеля (ω — круговая частота)

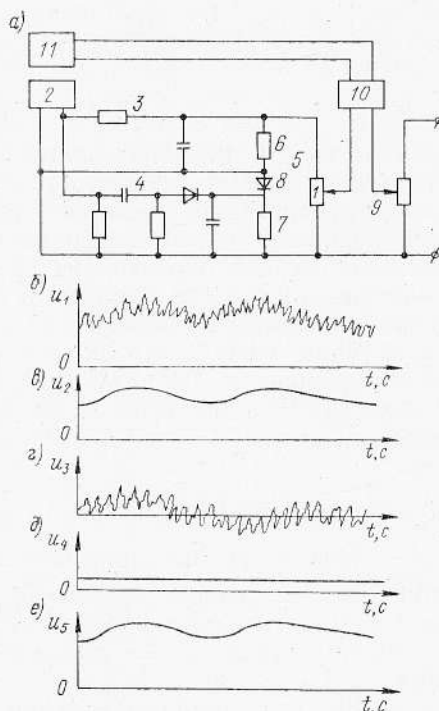


Рис. 2

Общая схема системы управления дизелем (а) и сигналы, формируемые этой системой: б — сигнал от измерителя; в — сигнал, пропорциональный среднему значению скорости вала; г — случайная составляющая скорости вала; д — сигнал, пропорциональный среднеквадратичному значению скорости; е — сигнал управления (u_1 , u_2 , u_3 , u_4 и u_5 — напряжения: на выходе измерителя, на выходе фильтра, после дифференцирования в блоке, на выходе блока 4 и на выходе суммирующего элемента 5)

значению скорости вращения вала, на величину перемещения рейки топливного насоса оказывает влияние не уровень скорости вращения в данный момент времени, а значения статистических характеристик скорости вращения: ее среднее и среднеквадратичное значения.

Исследования изготовленного образца системы управления с целью сравнения ее с существующей были проведены на автомобиле КамАЗ. При этом механический измерительный узел частоты вращения коленчатого вала двигателя был заменен электрическим, а на рычаг муфты грузов воздействие подавалось соленоидом, перемещение сердечника которого определялось сигналом, который формировался суммирующим элементом 5 (рис. 2, а) и подавался в обмотку соленоида. Все остальные элементы и узлы регулятора частоты вращения двигателя были оставлены без изменения.

Экспериментальные исследования показали, что система управления работоспособна, проста, дает повышение топливной экономичности, линейный расход топлива снижался от 3 до 6 %, причем увеличение снижения расхода топлива тем больше, чем больше дисперсия нагрузки на валу двигателя. Применение данной системы приводит также к снижению нагруженности узлов и агрегатов автомобиля и трактора.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Милова Г. П., Басс А. А. Электроника на грузовых автомобилях//Автомобильная промышленность.— 1989.— № 4.— С. 10.
2. Гуськов В. В., Герашенко В. В., Куприянич В. В. Автоматизация переключения передач тягово-транспортных машин//Тракторы и сельхозмашины.— 1989.— № 3.— С. 14—16.
3. Барский И. Б., Анилович В. Я., Кутыков Г. М. Динамика трактора.— М.: Машиностроение, 1973.— 279 с.
4. Агеев Л. Е. Основы расчета оптимальных и допускаемых режимов работы машинно-тракторных агрегатов.— Л.: Колос, 1978.— 296 с.
5. Долганов К. Е., Бурко А. С., Романюк В. М., Ковалев С. А. Математическое моделирование псевдослучайного процесса колебаний момента сопротивления, действующего на коленчатый вал тракторного дизеля//Двигателестроение.— 1986.— № 2.— С. 21—24.
6. Дворяшин Б. В., Кузнецов Л. И. Радиотехнические измерения.— М.: Советское радио, 1978.— 354 с.