

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТКЛЮЧЕНИЯ ЧАСТИ ЦИЛИНДРОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ ЭКОНОМИЧНОСТИ ДИЗЕЛЯ КАМАЗ-740.10

Г.Д. Драгунов, д.т.н.

Южно-Уральский государственный университет;

И.А. Мурог, к.т.н., А.Н. Медведев, к.т.н.,

Челябинское высшее военное автомобильное командно-инженерное училище

В статье рассмотрены результаты эксперимента по оценке эффективности снижения расхода топлива дизеля КамАЗ-740.10 методом отключения части цилиндров на режимах холостого хода и малых нагрузок. Установлено, что в 8-цилиндровом V-образном двигателе целесообразно отключение четырех цилиндров при работе на частотах вращения в диапазоне от 600 до 1200 об/мин. При этом часовой расход топлива снижается на 7–8 %. Отключение и включение части цилиндров осуществляется за счет изменения конструкции ведомой рейки ТНВД, разработанной авторами.



различных модификаций широко распространен в эксплуатирующих организациях. Анализ режимов работы автомобилей, шасси для специального оборудования, являющихся базовыми, показывает, что до 35 % времени они используются на транспортных операциях и до 65 % времени работают на режимах холостого хода и малых нагрузок [1, 2].

Результаты исследований показывают, что эксплуатационный расход топлива автомобилем зависит от двух обобщенных факторов: полного сопротивления движению (суммы сопротивлений движению и механических потерь в агрегатах, в том числе и в двигателе); совершенства рабочего процесса двигателя, характеризуемого величиной его индикаторного КПД.

Наиболее эффективным методом улучшения экономичности и экологических показателей двигателя при работе на холостом ходу и малых нагрузках является отключение части цилиндров, что приводит к повышению механического КПД при использовании средств прекращения газообмена и индикаторного КПД за счет повышения качества топливоподачи и качества смесеобразования в работающих цилиндрах [1, 2] (рис. 1).

Теоретическими и расчетными исследованиями было показано, что для автомобильных дизелей семейства КамАЗ на режимах малых частот вращения коленчатого вала и холостом ходу можно путем отключения части цилиндров за счет повышения индикаторного КПД в работающих цилиндрах достичь существенной экономии топлива.

Выбор объекта исследования обусловлен следующими соображениями. Парк автомобилей семейства КамАЗ, с двигателями КамАЗ-740.10

При проведении испытаний для определения топливной экономичности дизеля КамАЗ-740.10 методом отключения части цилиндров в конструкции топливного насоса высокого давления были внесены некоторые изменения. В ведомой рейке выполнен специальной формы паз (рис. 2, 3), обеспечивающий отключение цилиндров одного блока на режимах холостого хода и малых нагрузок. При испытаниях дизель был оборудо-

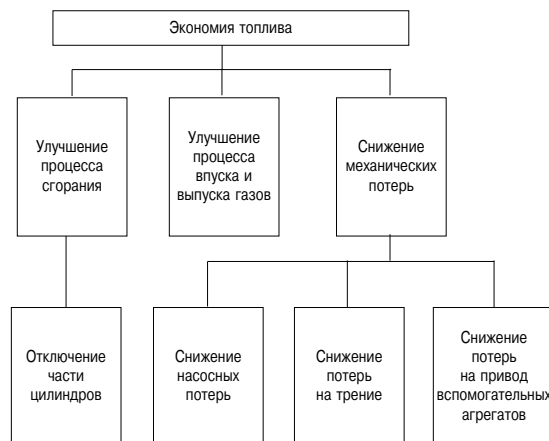


Рис. 1. Основные пути экономии топлива за счет совершенствования конструкции двигателя

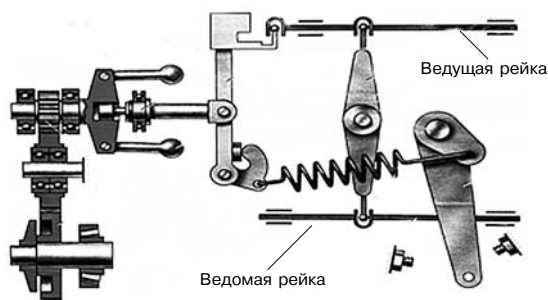


Рис. 2. Схема регулятора частоты вращения

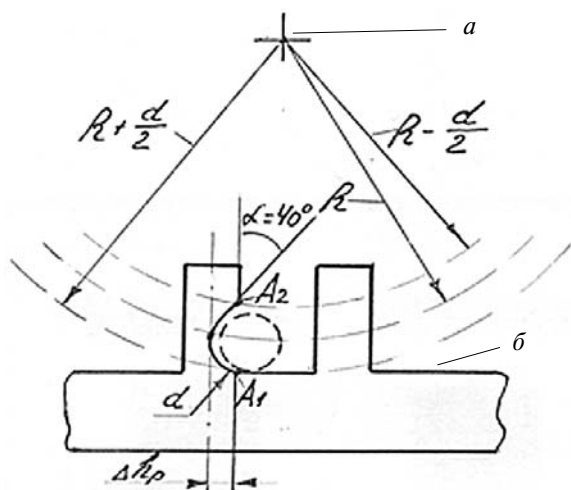


Рис. 3. Ведомая рейка ТНВД со специальной формой паза [3]:

a — рычаг реек; *b* — ведомая рейка; A_1 — точка начала включения подачи топлива; A_2 — точка окончания включения подачи топлива

ван штатной системой выпуска. Для обеспечения постоянства механических потерь соблюдался постоянный температурный режим окружающей среды, температуры жидкости в системах охлаждения и смазки дизеля.

В процессе испытаний были определены форма и размеры паза на ведомой рейке топливного насоса высокого давления для отключения цилиндров одного блока V-образного двигателя. Отключение цилиндров обеспечивалось за счет изменений хода ведомой рейки ТНВД на величину Δh_p (рис. 3).

В пределах свободного хода поворотный рычаг не должен касаться ведомой рейки, для чего в рейке выполнен паз на глубину $\Delta h_p = 3$ мм с контуром нижней кромки в виде дуги окружности радиуса $R + d/2 = 37$ мм, а в верхней кромке — дуги $R - d/2 = 32$ мм. После касания рычагом реек *a* ведомой рейки *b* в точке A_1 начинается включение цилиндров. В процессе движения рычага реек точка его касания с ведомой рейкой перемещается из положения A_1 в положение A_2 . Этим обеспечивается включение всех цилиндров на нормальную для этого положения рейки по-

дачу топлива. Ограничением для кривизны профиля паза является отсутствие заклинивания этого механизма кулачкового типа по трению. Значит угол наклона α линии A_1-A_2 должен быть близок, но не более угла трения $\alpha_{тр}$, $\alpha \leq \alpha_{тр}$.

Проведение испытаний осуществлялось в три этапа в одинаковых условиях для обеспечения корректности сравнения их результатов.

➤ На первом этапе определены базовые характеристики дизеля. Расход топлива на холостом ходу при $P_e = 0$ со всеми работающими цилиндрами был определен для различных частот вращения коленчатого вала $n = 600, 700, 800, 900, 1000, 1200$ об/мин.

➤ На втором этапе проверялась принципиальная возможность отключения максимального количества цилиндров от одного до четырех по условиям пуска и устойчивости работы дизеля на режиме холостого хода.

➤ На третьем этапе определялись возможности улучшения экономичности при отключении двух и четырех цилиндров на частотах вращения коленчатого вала $n = 600, 700, 800, 900, 1000, 1200$ об/мин, а в случае получения значительной экономии топлива при $n = 1400, 1600, 1800, 2000, 2200, 2400, 2600$ об/мин.

Все режимы испытаний характеризовались отсутствием эффективной нагрузки $p_{me} = 0$, $P_e = 0$, индикаторная мощность определялась мощностью механических потерь $P_i = P_m$ и этим обусловлена величина расхода топлива. Необходимо учесть также, что теоретически наибольший эффект по снижению расхода топлива за счет отключения цилиндров ожидается в случае, когда индикаторная мощность работающих цилиндров меньше их собственной мощности механических потерь, то есть в области очень малых нагрузок.

Результаты испытаний показали, что для дизелей КамАЗ отключение части цилиндров на режимах холостого хода и малых нагрузок является эффективным способом снижения расхода топлива. Так, при отключении подачи топлива в два (5 и 8) и в четыре цилиндра (2, 3, 5, 8) работающие цилиндры совершают большую работу, и цикловые подачи в них возрастают почти в двое.

Это обеспечивает улучшение качества распыливания дизельного топлива, более равномерное его распределение в объеме камеры сгорания, уменьшение неравномерности подачи топлива по секциям топливного насоса высокого давления и снижение нестабильности подач топлива в последовательности циклов [2, 3].

На рис. 5 представлены результаты расчета и эксперимента по снижению расхода топлива ΔG_T на пониженных частотах вращения колен-

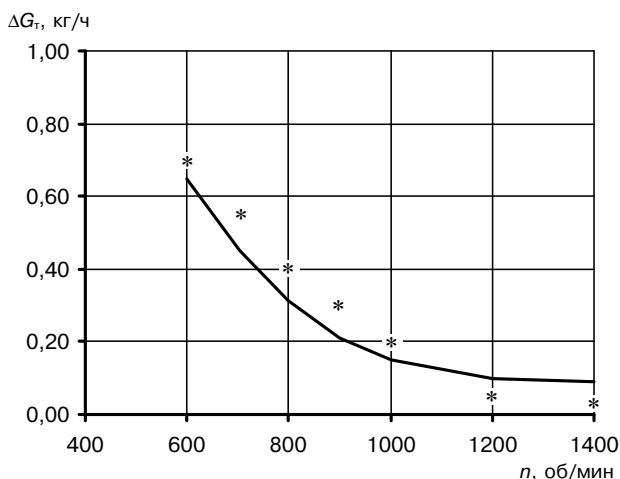


Рис. 4. Уменьшение расхода топлива за счет отключения двух цилиндров:

*** — экспериментальная характеристика серийного дизеля КамАЗ-740.10;
 — — расчетная характеристика опытного дизеля КамАЗ-740.10-20

чатого вала дизеля КамАЗ-740.10 при отключении двух цилиндров. Значками на рисунке показаны измеренные значения снижения расхода топлива ΔG_t . Сравнение расчетных и экспериментальных данных показывает их удовлетворительную сходимость с величиной относительной погрешности не более 5 %.

При хорошем качественном совпадении зависимостей, экспериментальные значения показывают лучший результат в сравнении с расчетным. Это можно объяснить тем, что испытания проводились на серийном дизеле КамАЗ-740.10, а расчеты выполнялись для опытного дизеля КамАЗ-740.10-20, на котором предварительно проведены конструкционные и технологические мероприятия по улучшению топливной экономичности без отключения цилиндров.

Эффективность отключения цилиндров многоцилиндрового дизеля в целях экономии топлива на режимах холостого хода и малых нагрузок неоднозначна, а в определяющей степени зависит

от характера изменения индикаторного КПД от нагрузки.

Результаты испытаний позволяют сделать следующие выводы:

- целесообразное компромиссное для всех режимов число отключаемых цилиндров в восьмицилиндровом V-образном дизеле составляет четыре;
- наибольшее снижение расхода топлива получено на режимах пониженных частот вращения коленчатого вала в диапазоне частоты вращения от 600 до 1200 об/мин.

Для дизеля КамАЗ-740.10 экспериментально определено улучшение топливной экономичности за счет отключения четырех цилиндров при $n_{дв} = 1000$ об/мин на 8,5 %, при $n_{дв} = 1200$ об/мин на 7,4 %, при $n_{дв} = 1400$ об/мин на 7,0 %, при $n_{дв} = 2600$ об/мин на 0 %.

При этом отключение и плавное включение цилиндров можно реализовать, используя разработанную авторами конструкцию ведомой рейки топливного насоса высокого давления.

Экономия топлива за счет отключения четырех цилиндров в V-образном восьмицилиндровом дизеле может составить 0,81 кг на один дизель в час, 259 кг в год и 3888 кг за время эксплуатации.

Литература

1. Драгунов Г.Д., Медведев А.Н. Метод оценки эффективности отключения цилиндров автомобильного дизеля // Двигателестроение. — 2007. — № 4 — С. 20–22.
2. Медведев А.Н., Меркулов Е.П. Повышение топливной экономичности и экологической безопасности дизельных двигателей // Научный вестник: Челябинск: изд-во ЧВАИ, 2003. — Вып. 16. — С. 38–45.
3. Пат. 2313688 С1 Российская Федерация, (51) МПК F 02М 59/28. Устройство отключения части плунжеров V-образного топливного насоса высокого давления многоцилиндрового дизеля / Драгунов Г.Д., Медведев А.Н.; заявитель и патентообладатель Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Южно-Уральский государственный университет» — № 2006118224/06; заявл. 26.05.2006; опубл. 27.12.2007, Бюл. № 36.



НОВОСТИ ОАО ВМТЗ

Владимирский моторно-тракторный завод увеличил производство тракторов за январь–апрель на 37 %

02.06.2010. ОАО «Владимирский моторно-тракторный завод» (ВМТЗ) увеличило производство колесных тракторов за январь–апрель 2010 г. по сравнению с аналогичным периодом

прошлого года на 37 % — до 250 машин. Выпуск тракторных двигателей увеличился на 5,4 % — до 490 шт. ВМТЗ входит в концерн «Тракторные заводы».