

УДК 621.436

*А.П. Марченко, д-р техн. наук, С.А. Король, канд. техн. наук,
А.Л. Григорьев, д-р техн. наук*

О ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ КОМБИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДАМИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДИЗЕЛЯ

Введение

В настоящее время во всём мире наблюдается растущий интерес к электромеханическим управляемым системам подачи топлива и воздуха (или горючей смеси) в цилиндры двигателя внутреннего сгорания и угасание научного интереса к традиционным гидромеханическим системам впрыскивания топлива и механическим газораспределительным системам. К сожалению, в нашей стране (поскольку такая аппаратура пока оказывается во много раз дороже традиционной, а заводы не готовы к столь глубокой перестройке производства) эти исследования не вышли из стадии лабораторных разработок. Возможно, что дальнейшее развитие отрасли будет идти революционным путём. Новая топливная и газораспределительная аппаратура обещает качественный скачок в решении обострившейся проблемы оптимального приспособления характеристик топливоподачи и газообмена к изменяющимся условиям работы транспортного дизеля, и поэтому такое развитие событий, если оно окажется экономически оправданным, можно только приветствовать.

Но это не означает, что, в ожидании неизбежного перехода на новую элементную базу, нужно прекратить совершенствование топливной и газораспределительной аппаратуры механического типа.

Формулирование проблемы

На многих зарубежных автомобилях двигатели уже оснащены системой VVT (Variable Valve Timing), позволяющей регулировать момент открытия и закрытия клапанов, что приводит к высокой приспособляемости, экономичности и малой токсичности при общем увеличении мощности. Воз-

можность дополнительной регулировки системы газораспределения способно добавить двигателю (как показывает пример нового мотора 2004 GM 3,6L Global V6 Engine) около 20% мощности и 13% крутящего момента [1]. Еще одна система, имеющая маркировку VVT (Variable Valve Train), позволяет автоматически регулировать высоту поднятия клапанов. Система VALVETRONIC уже устанавливается на двигателях компании BMW.

Компанией BMW ведутся работы по созданию электромеханического привода клапанов. Такой привод, если он будет доведен до серийного выпуска, позволит полностью отказаться от распредвалов: открывать и закрывать клапаны будут специальные электромагнитные соленоиды, а регулировать этим процессом – электроника. Но пока у этой конструкции существует множество нерешённых проблем: недостаточная скорость срабатывания, малая мощность, сложность охлаждения магнитных катушек.

Современное состояние проблемы внедрения электронного управления процессом топливоподачи подробно изложено в [2-5].

Ещё 15-20 лет назад, когда появились сообщения о первых успехах "электронного направления", в бывшем СССР были активизированы научные исследования в области создания его "механической альтернативы". Необходимость таких работ объяснялась не только известными требованиями военной приёмки; к этому времени на ряде заводов отрасли (в Ярославле, Чугуеве и Вильнюсе) были введены новые мощности, и в этих условиях коренная ломка сложившегося производства привела бы к существенным экономическим потерям. В то же время со-

поставление выявленных резервов и новых требований показывало (см., например, [6-9]), что для получения весомых результатов, способных конкурировать с возможностями электромеханических устройств, придётся выполнить глубокую модернизацию топливной и газораспределительной аппаратуры и оснастить её новыми механическими или гидромеханическими узлами. Результаты этих работ начали появляться в печати лишь в самые последние годы.

Решение проблемы

В рамках этой программы нам выпало предложить и принять участие в разработке трёх принципиально новых технических решений:

1) метода формирования прямоугольного импульса подачи топлива [10], основанного на применении резонансных элементов-демпферов (модуляторов импульсов давления);

2) метода стабилизации показателей впрыскивания топлива на частичных режимах [11], основанного на регулируемом неравномерном вращении кулачкового вала топливного насоса высокого давления дизелей;

3) метода управления углом запаздывания закрытия впускного клапана двигателя внутреннего сгорания [12], основанного на регулируемом неравномерном вращении вала привода впускного клапана.

Использование первого метода позволяет задержать начало впрыскивания и, тем самым, поднять его интенсивность, а в зоне малых подач (что особенно актуально для тепловозных дизелей) - повысить стабильность. Второй метод увеличивает скорости нагнетания топлива плунжером на частичных скоростных режимах работы дизеля и сокращает диапазон рабочих режимов насоса.

Первые два метода облегчают процесс оптимального проектирования топливной аппаратуры транспортного дизеля и повышают его эффектив-

ность [11], что обеспечивает улучшение топливной экономичности на 3-4%. В результате выполненных исследований удалось найти несколько классов двигателей, для которых внедрение этих новшеств даёт ещё более существенный эффект. На наш взгляд глубокая модернизация топливной системы автомобильного дизеля, дизеля маневрового тепловоза и газодизеля, проведенная при использовании этих методов, составляет серьёзную альтернативу дорогостоящим системам электронного впрыскивания.

Третий метод позволит повысить весовое наполнение цилиндров двигателя внутреннего сгорания воздухом при снижении частоты вращения коленчатого вала.

Результаты аналитических расчетов и экспериментов по исследованию процессов наполнения цилиндров двигателя горючей смесью, проведенные в [13] при разных углах запаздывания закрытия впускного клапана $\varphi_{ззак}$, представлены на рис. 1.

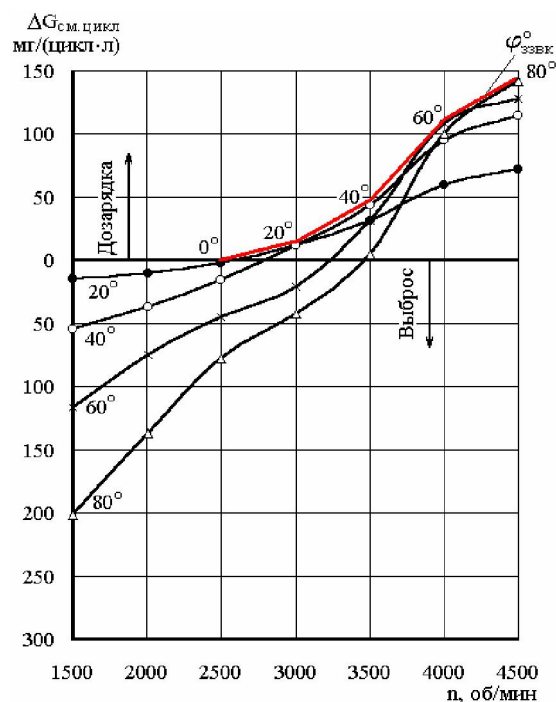


Рис. 1. Наполнение цилиндров двигателя внутреннего сгорания при разных углах запаздывания закрытия впускного клапана (при повышении частоты угол запаздывания целесообразно увеличивать)

Анализ этих данных показывает, что снижение частоты вращения коленчатого вала двигателя (от ее номинальной величины), приводит к тому, что на промежутке времени, отвечающем углу запаздывания закрытия впускного клапана, наблюдается пропорциональное снижение скорости движения и силы инерции воздушного потока во впускном отверстии.

Это приводит к уменьшению дозарядки цилиндра и обратному выбросу воздуха в зоне средних и нижних частот скоростного диапазона двигателя.

Для решения этой проблемы в [12] предложен способ бесступенчатого регулирования углом запаздывания закрытия впускного клапана, который позволит для каждого режима дизеля получить максимально возможное наполнение цилиндров (чему на рис. 1 соответствует кривая, огибающая графики).

Наиболее просто реализовать этот способ для дизеля, имеющего автономные распределительные валы для впускных и выпускных клапанов (напр., двигателя семейства ЗМЗ). Здесь для изменения угла запаздывания используются устройства, обеспечивающие на скоростных частичных режимах дизеля регулируемое неравномерное вращение приводного вала впускного клапана (рис. 2). Такие регулируемые приводы неравномерного вращения были применены в [11] для бесступенчатого регулирования неравномерного вращения кулачкового вала топливного насоса дизеля, и при их разработке можно использовать имеющийся опыт.

Эти регулируемые приводы выполнены на основе известных механизмов: сдвоенного шарнира Гука, рычажно-кулачкового, кулачково-эксцентрикового или кулачково-синусного, и по конструкции и технологичности намного проще электронных. Стоимость новых устройств соответствует стоимости трех муфт опережения впрыска топлива для топливного насоса дизеля, что (при равном выигрыше по топливо - экономическим и экологическим показателям) на порядок ниже стои-

мости электронных управляемых систем.

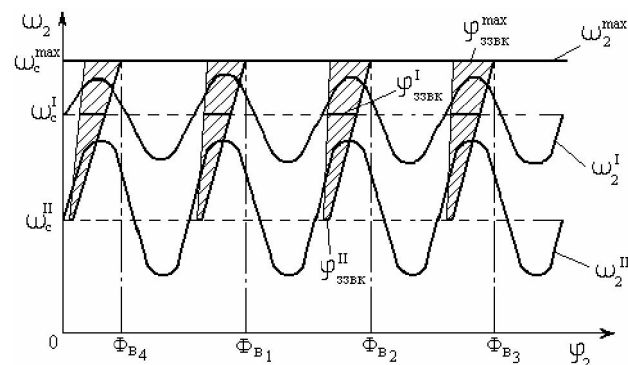


Рис. 2. Характер изменения угловой скорости ω_2 вращения вала привода клапана и угла запаздывания закрытия клапана на номинальном и частичных скоростных режимах дизеля (Φ_B - угол поворота вала между двумя последовательными вспышками; φ_2 - текущее значение угла поворота вала)

Особенно эффективным представляется использование комбинированного управления неравномерным вращением и распределительного вала, и кулачкового вала топливного насоса. Приводы аналогичной конструкции управляются от общего регулятора, отслеживающего изменение частоты вращения вала двигателя. Такое управление обеспечит в зоне средних и нижних частот скоростного диапазона дизельного двигателя одновременное улучшение качества распыла топлива и повышение весового наполнения цилиндров воздухом, что приведет к существенному улучшению его топливо - экономических и экологических показателей.

Список литературы:

1. Д.В. Шургалский. Серийный тюнинг // Тюнинг. - 2003. - № 4(12) – С. 36 – 45.
2. Кудряш А.П., Марченко А.П., Рязанцев Н.К. и др. Разработка научных основ управления эколого-экономическими показателями автотранспортного дизеля // Вестник Национального технического университета "ХПИ". - Харьков: НТУ "ХПИ", 2001. - № 1. - С.10 -

64. 3. Покровский Г.П. Электроника в системах подачи топлива автомобильных двигателей. - М.: Машиностроение, 1990. 4. ГРЕХОВ Л.В. топливная аппаратура дизелей с электронным управлением. учебно-практическое пособие - м.: легион - автодата, 2003. - 176 С. 5. ЛЕВИН Г. Н. о необходимости электрического управления дизельными форсунками // локомотив. - 1991. - №1. - С. 36 - 37. 6. Файнлейб Б.Н. Оценки возможности дизельной топливной аппаратуры повышать давление впрыскивания топлива // Двигателестроение.-1989.-№ 6.-С.7-9. 7. Агеев Б.С. Состояние и основные направления развития топливовпрыскивающей аппаратуры зарубежных среднеоборотных дизелей // Двигателестроение. - 1987. - № 5.- С. 50 - 53. 8. Корнилов Г.С. Обоснование и разработка нового поколения топливной аппаратуры перспективных автотракторных дизелей. - Дис ... канд. техн. наук в форме научного доклада. -Москва, 1990.-24 с. 9. Патрахальцев Н.Н. Повышение эффективности работы дизеля

при неустановившихся режимах воздействием на процессы топливоподачи. - Автор. дис ... доктора техн. наук. - Москва, 1985. - 28 с. 10. Григор'єв О.Л. Розробка універсальних методів гідродинамічного розрахунку, динамічного аналізу та оптимізаційного синтезу основних елементів паливної апаратури дизелів. - Автор. дис ... доктора техн. наук. - Харків, 2004. - 36 с. 11. Король С.О. Розроблення і дослідження регульованого приводу паливного насоса транспортного дизеля. - Автореф. дис ... канд. техн. наук. - Харків, 2002. - 20 с. 12. Король С.О. Обґрунтування нового способу управління кутом запізнення закриття впускного клапана двигуна внутрішнього згорання. //Вісник Кременчуцького державного політехнічного університету. - Кременчук: КДПУ, 2006. - Вип. 1/(36) – С. 78-80. 13. И.М. Ленин, А.В. Костров, О.М. Малашкин, и др./ Автомобильные и тракторные двигатели. Ч.1. М, «Высшая школа» - 1976, - с.368.

УДК 621.431: 621.436.068

И.В. Парсаданов, д-р техн. наук, Е.А. Кунах, магистр

ТОПЛИВНО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ДИЗЕЛЯ ГОРОДСКОГО АВТОБУСА С УЧЕТОМ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Постановка проблемы

Активный рост городской инфраструктуры, обусловленный научно-техническим прогрессом и увеличением населения городов, приводит к росту пассажирских перевозок, значительная доля которых приходится на городские автобусы.

В качестве силовой установки для городских автобусов повсеместное распространение в настоящее время получили дизели, обеспечивающие высо-

кие технико-экономические и экологические показатели. Однако, несмотря на относительную экологическую безопасность дизелей, токсические вещества отработавших газов (ОГ), выбрасываемые при эксплуатации городских автобусов, являются одними из основных загрязнителей воздуха и представляют особую опасность, так как непосредственно воздействуют на большое количество людей, строения, зоны отдыха.