

При $U > 0,587^\circ$ значения площадей «живых» потоков приняты равными $f_{zA2} = f_{zB2} = 0,03 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$.

ВЫВОДЫ

При разработке математической модели гидромеханического рулевого управления автомобиля, оснащенного рулевым механизмом, совмещенным с гидроусилителем и роторным распределителем, необходимым условием ее адекватности и работоспособности является получение текущего значения расхода, задаваемого распределителем и определяемого динамическим изменением проходных сечений напорных и сливных контуров. При этом расходную характеристику необходимо определять с учетом разнонаправленного кинематического возмущения, механических зазоров, возможного влияния гидравлического люфта, а также выбранного закона дросселирования. Учет этих факторов позволит получить адекватный математический аналог гидромеханического рулевого управления для проведения полноценных исследований.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сазонов, И. С. Динамическое регулирование режимов движения полноприводных колесных машин / И. С. Сазонов; под общ. ред. А. Т. Скойбеды. – Минск: БГПА, 2001. – 185 с.
2. Высоцкий, М. С. Расчеты кинематики, динамики и ресурса многомассовых систем мобильных машин: основные направления и перспективы развития / М. С. Высоцкий, В. Б. Альгин // Механика машин, механизмов и материалов. – 2008. – № 1(2). – С. 17–23.
3. Cole, D. Driver steering control behavior / D. Cole, A. Odhams, A. Keen // Vehicle Dynamics International. com. – Annual Showcase. – 2011. – P. 34–37.
4. Грушников, В. А. Современные схемы рулевого управления АТС и их исполнение / В. А. Грушников // Автомобильная промышленность. – 2010. – № 8. – С. 8–14.
5. Heisler, H. Advanced Vehicle Technology / H. Heisler // Butterworth – Heinemann. – Elsevier Science. – 2002.
6. Селифонов, В. В. Динамика криволинейного движения автомобиля с учетом характеристик распределительного устройства гидроусилителя рулевого управления / В. В. Селифонов, Э. Н. Цыбунов // Автомобильная промышленность. – 2007. – № 2. – С. 21–23.

Поступила 02.03.2012

УДК 629.7.01

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ЯРОСЛАВСКОГО МОТОРНОГО ЗАВОДА

Канд. техн. наук МИРОНОВ Д. Н., СОЛОМЕВИЧ В. И.

Белорусский национальный технический университет

В настоящее время в Вооруженных силах Республики Беларусь происходит замена автокранов и землеройных автомобилей на базе КрАЗ, КамАЗ, «Урал», выработавших назначенный ресурс, на новые машины отечественного производства.

После мирового экономического кризиса и увеличения цен на нефтепродукты перед Вооруженными силами поставлена задача со-

кращения расхода горюче-смазочных материалов. Вместе с тем, объем выполняемых задач инженерными войсками не изменился и их выполнение при выделенном количестве горюче-смазочных материалов не представляется возможным без замены автопарка инженерных войск республики на более экономичные и с меньшим уровнем шумности машины.

В настоящее время в инженерные войска Беларуси поступили грузовые тягачи, бортовые автомобили и автокраны «Машека» [1, 2], сконструированные на базе автомобилей МАЗ [3] (рис. 1) (с колесными формулами 4×2, 6×4, 6×6, грузоподъемностью 15, 16, 20 и 25 т), которые могут оснащаться российскими двигателями Ярославского моторного завода (ЯМЗ), Mercedes, Renault и немецкими двигателями Deutz стандарта от Евро-0 до Евро-4. Автокраны «Машека» положительно зарекомендовали себя благодаря хорошей маневренности и легкости управления [4].



Рис. 1. МАЗ

Модельный ряд двигателей ЯМЗ, предлагаемый к данным образцам техники (рис. 2), соответствует требованиям Евро-0–Евро-3 ЕЭК ООН № 49-04А, № 24-03, но имеет большие по сравнению с идентичными двигателями европейского и американского производства расход топлива и удельную мощность, за исключением дизельного двигателя ЯМЗ-650 [5]. Это российский вариант французского двигателя DCi11, лицензию на производство которого автомобильная компания «Группа ГАЗ» приобрела у фирмы Renault Trucks в 2006 г.



Рис. 2. Двигатель ЯМЗ-6581.10

Для уменьшения расхода дизельного топлива, увеличения мощности и снижения токсичности выхлопных газов двигателей ЯМЗ

авторами предложено заменить устаревшую систему впрыска топлива (топливный насос высокого давления (ТНВД) вместе с механической форсункой) на систему впрыска Common rail (рис. 3) производства Bosch, которая в настоящее время широко применяется на легковых и грузовых автомобилях американского и европейского производства. Недостатки и достоинства данной системы [6] приведены на рис. 4.

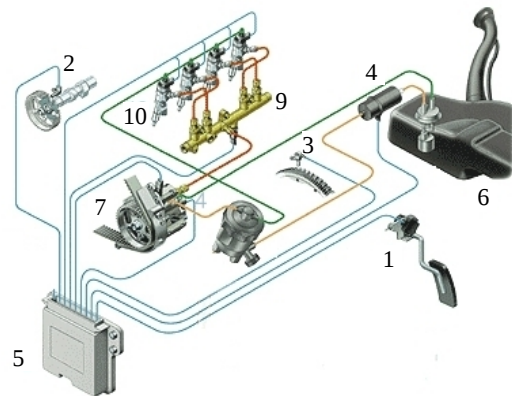


Рис. 3. Принципиальная схема работы системы питания дизельных двигателей Common rail

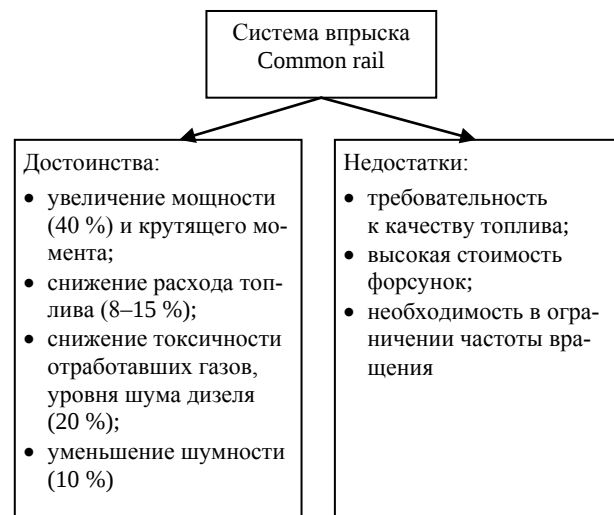


Рис. 4. Достоинства и недостатки системы впрыска Common rail

Рассмотрим сравнительные характеристики двигателей ЯМЗ-650.10 и ЯМЗ-6581.10, приведенные в табл. 1. Сравнивая основные показатели обоих двигателей, можно отметить, что двигатель ЯМЗ-650.10 превосходит ЯМЗ-6581.10 по мощности на 3,0 % и максимальному кру-

тящему моменту на 5,5 %. При этом двигатель ЯМЗ-650 расходует меньше топлива, на 280 кг легче и функционирует с более низким уровнем шумности.

Данная система способна производить до семи впрысков топлива (в зависимости от

поколения системы) в камеру сгорания при одном цикле под высоким давлением от 1350 до 2300 Н/см² даже при малых оборотах коленчатого вала.

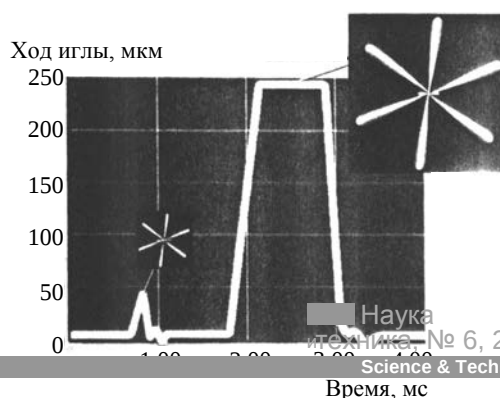
Таблица 1

Наименование показателя	ЯМЗ-6581.10	ЯМЗ-650.10
Число и расположение цилиндров	V8	L6 (рядное)
Диаметр цилиндра, мм	130	123
Ход поршня, мм	140	156
Рабочий объем цилиндра, л	14,86	11,12
Степень сжатия	17,5	16,4
Номинальная мощность, кВт (л. с.)	294 (400)	303 (412)
Номинальная частота вращения, мин ⁻¹	1900 ± 50/-20	1900 ± 25
Максимальный крутящий момент, Н·м (кгс·м)	1766 (180)	1870 (191)
Частота вращения при максимальном крутящем моменте, мин ⁻¹	1100–1300	1200 ± 100
Минимальный удельный расход топлива, г/(кВт·ч) (г/(л. с. · ч))	200 (147)	190 (140)
Расход масла на угар, % к расходу топлива, не более	0,33 (0,24)	0,22 (0,16)
Система топливоподачи	ТНВД «Компакт-40» с электронной системой управления «ЯЗДА»	Аккумуляторного типа (Common rail System 2) фирмы Bosch
Соответствие экологическим нормативам	Евро-3	Евро-3
Масса незаправленного двигателя, кг	1250	970
Ресурс до капитального ремонта, км	1000000	1000000

Принцип работы системы впрыска Common rail заключается в следующем [7–9]. На основании сигналов, поступающих от датчиков 1, 2, 3 (рис. 3), электронный блок управления двигателем 5 определяет необходимое количество топлива, подаваемого из топливного бака, задает значения выходных параметров, используя заложенную программу (воздействует на исполнительные механизмы), для получения требуемых характеристик двигателя. В ТНВД 7 необходимое количество топлива подается за счет управления клапаном дозирования топлива 4, на который поступает сигнал от блока управления 5 и датчика 6. Насос подает топливо по трубопроводу 8 под давлением 1350–2300 Н/см² в топливную рампу 9. Там оно находится под определенным давлением, обеспечиваемым регулятором давления топлива. В нужный момент электронный блок управления двигателем 5 дает команду соответствующим электро- или пьезогидравлическим форсункам 10 на начало предварительного или основного впрыска топлива и обеспечивает определенную продолжительность открытия клапана форсунки. При необходимости блок управления двигателем корректирует параметры

работы системы впрыска. Это в итоге позволит увеличить мощность двигателя на 35–45 %, снизить расход топлива до 15 % и токсичность выхлопных газов на 20 %.

Благодаря тому что пьезофорсунки имеют намного меньшее время срабатывания, чем традиционные электромагнитные, стало возможным разделение горючей смеси на несколько отдельных микродоз: после многократных предварительных впрыскиваний очень небольших количеств горючей смеси следуют либо основное впрыскивание, либо при необходимости многократные так называемые послеавпрыскивания (рис. 6, 7). При холодном двигателе и в режиме, приближенном к холостому ходу, происходят два предварительных



впрыска. При увеличении нагрузки предварительные впрыски один за другим прекращаются, пока при полной нагрузке двигатель не перейдет в режим основного впрыска. Оба дополнительных впрыска необходимы для регенерации сажевого фильтра.

Рис. 6. График процесса двойного впрыска и характер распыления топлива

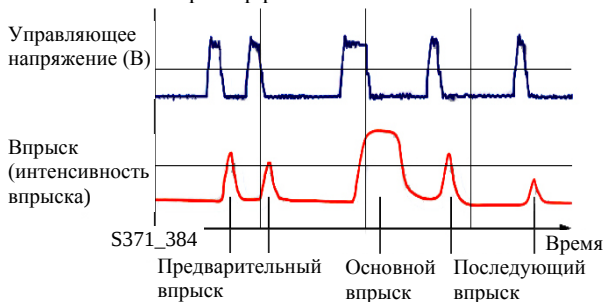


Рис. 7. Зависимость управляющего напряжения и давления топлива от времени

Для предотвращения опорожнения аккумулятора через форсунку с зависшей иглой или клапаном управления, а также повреждения соответствующего цилиндра дизеля авторами предложено на входе топлива в форсунку устанавливать аварийный ограничитель подачи топлива. В нем используется принцип возникновения разницы давлений по обе стороны от клапана 1 (рис. 8) при прохождении топлива через его жиклеры 2. Сечение жиклеров, затяжка пружины 3 и диаметр клапана подбираются по максимальной продолжительности и расходу, т. е. по подаче топлива.

1 2 3

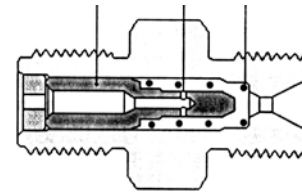


Рис. 8. Аварийный ограничитель подачи топлива через форсунку
ВЫВОД

Учитывая сказанное выше, можно сделать вывод, что установка системы впрыска Common rail на дизельных двигателях позволит повысить мощность на 35–45 %, уменьшить расход топлива до 15 %, снизить токсичность выхлопных газов на 20 % и уровень шумности до 10 %. Введение аварийного ограничителя оборотов двигателя повысит надежность и ресурс описанной выше системы и машины в целом. Это в итоге увеличит мощность двигателя, снизит расход топлива и токсичность выхлопных газов.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.masheka.ru/>
2. <http://adt.by/content/view/629/58/>
3. <http://maz.by/>
4. <http://www.powertrain.ru/yamz650th.html>
5. <http://www.park5.ru/articles/1/311>
6. <http://www.powertrain.ru/yamz650pr.html>
7. <http://www.floodovercar.ru/index.php/techdocs/38-cars-systems/89-common-rail.pdf>
8. Дениелс, Д. Современные автомобильные технологии / Д. Дениелс. — М.: АстрельАСТ, 2003. — С. 72–77.
9. Система управления дизельными двигателями. — М.: Изд-во «За рулем», 2011. — С. 280–299.

Поступила 10.01.2012

УДК 621.891

МАГНИТОЖИДКОСТНЫЕ ПОДШИПНИКИ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ

Канд. техн. наук, доц. ГОРЛОВ И. В., доктора техн. наук, профессора БОЛОТОВ А. Н., ЗЮЗИН Б. Ф.