

ЛИТЕРАТУРА

1. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей/ Учебник для ВУЗов. М: Легион-Автодата, 2004.- 344 с.

2. Патент РФ 2159864 F 02M 65/00. Форсунка с электрогидравлическим управлением для аккумуляторных систем топливоподачи. / Баширов Р.М., Габитов И.И., Гафуров М.Д. и др. Уфа: БГАУ.- Заявлено 24.11.98 , Опубликовано 27.11.2000 .- Бюлл. № 33.

3. Опытная система Common-Rail для тракторного дизеля двигателей / А.В.Неговора, И.И.Габитов, Л.В.Грехов и др. // Актуальные вопросы создания топливоподающих систем транспортных дизелей: Матер. науч.-техн. конф., посв. 30-летию ЯЗДА – Ярославль, 2002. - С.84-86.

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ТНВД ДЛЯ СИСТЕМЫ COMMON RAIL

**Грехов Л.В., Борисенко Н.Е., Потапов А.И.,
Миropyчев М.А.¹, Павельев В.Н.¹, Ильичев А.Г.¹**

МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва,

¹ОАО Заволжский моторный завод, г. Заволжье

Значительная роль в обеспечении экологических требований, предъявляемых к современным транспортным дизелям, отводится улучшению топливоподачи. Наибольшими возможностями в направлении оптимизации рабочего процесса, даже по сравнению с иными системами с электронным управлением, обладают системы Common Rail (CR).

Согласно планам производства фирмы R.Bosch, к 2010 году доля Common Rail составит 66% относительно всех систем дизельной топливной аппаратуры фирмы. Перспективность таких систем обусловлена рядом достоинств:

- возможностью оптимального управления давлением впрыскивания;
- возможностью формирования оптимальных характеристик впрыскивания, включая двухфазную и многофазную;
- гибким регулированием цикловой подачи и угла опережения впрыскивания (УОВ) в соответствии с заданным режимом работы двигателя;
- простое обеспечение и управление скоростной характеристикой;
- минимальная неравномерность подачи по цилиндрам или оптимальная неравномерность подачи и УОВ для каждого цилиндра;
- автоматизация пуска, повышение подачи при пуске, ее выключение на принудительном холостом ходу, регулирование на переходных режимах;

- отключение цилиндров и циклов на частичных режимах;
- система управления обеспечивает самодиагностику цепей, компенсацию выбывших из строя элементов с помощью резервных программ.

Широкое внедрение электронного управления тормозится рядом проблем, стоящих перед разработчиками и производителями. Одна из них – создание программ управления. Их формирование относится к числу самых трудоемких и дорогостоящих. Другая проблема – проектирование эффективных форсунок. Известно большое число схем электроуправляемых форсунок для систем Common Rail, различающихся способом воздействия на иглу распылителя, типом привода клапанов, типом и количеством управляющих элементов. Наиболее подходящими для Common Rail являются электрогидравлические форсунки, как правило, с дроссельным управлением. Стоит задача снизить расход топлива на управление и повысить быстродействие. Как показало исследование, проведенное в МГТУ, большие перспективы в этом плане имеют форсунки с обратными гидромеханическими связями, с двухзатворными управляющими клапанами.

Создание простого, дешевого, надежного и технологичного насоса при умеренной массе и габаритах, обеспечивающего требуемую производительность и давление подачи до 200МПа – серьезная проблема создания аккумуляторных систем. Это обусловлено также и отсутствием опыта проектирования и производства насосов для Common Rail в России.

В аккумуляторных топливных системах до середины 90-х годов применялись традиционные ТНВД. Однако, это не лучшее решение. Так, кулачковый привод существенно увеличивает контактные нагрузки. Роликовые толкатели ограничивают давление подачи. Регулирование производительности ТНВД отсечкой подачи недопустимо. То же относится к нагнетательному клапану с разгружающим пояском.

В промышленной гидравлике применяются аксиальные насосы высокого давления. Они рассчитаны на максимальные давления 28 или, реже, на 40 МПа и использование гидравлических масел, вязкость которых на два порядка выше, чем у дизельного топлива. Такие насосы неприменимы в CR. Можно сделать вывод об отсутствии готовых подходящих насосов для CR и необходимости создания специализированного ТНВД.

В МГТУ им. Н.Э.Баумана при создании насоса системы CR ориентированного на дизель ЗМЗ-514 Заволжского моторного завода, были рассмотрены и проанализированы конструкции зарубежных аналогов. Известны ТНВД для аккумуляторных систем известных производителей (Bosch, Siemens, Delphi). Анализ зарубежных насосов выявил нецелесообразность прямого копирования, что ввиду отсутствия необходимой технологической базы, может привести к ухудшению качества создаваемого насоса и увеличению его стоимости.

При проектировании первого же варианта ТНВД, предпочтение было отдано рядной схеме расположения плунжеров с числом рабочих секций равным двум для дизелей легковых автомобилей и четырем – для грузовых (рис. 1). Привод плунжера в насосе осуществляется через эксцентриковый привод с промежуточной втулкой, обкатывающей торец цилиндрического толкателя с развитой боковой поверхностью, разгружающей плунжер от боковой силы. В ТНВД CR, как и в традиционных насосах, возможно использование кулачкового привода и роликового толкателя, однако такой привод неоправдано увеличивает контактные напряжения. Замена кулачка на эксцентрик с промежуточной втулкой при том же ходе плунжеров привела к уменьшению максимальной скорости движения плунжера в 4,45 раза, угла давления – 3,91 раза, максимального контактного напряжения в – 2,21 раза, максимального крутящего момента на валу ТНВД – 4,51 раза. Вместо впускного клапана, применяемого в немецких насосах, в ТНВД МГТУ впуск топлива осуществляется через впускное окно. Это упрощает конструкцию, увеличивает надежность работы, уменьшает габариты.

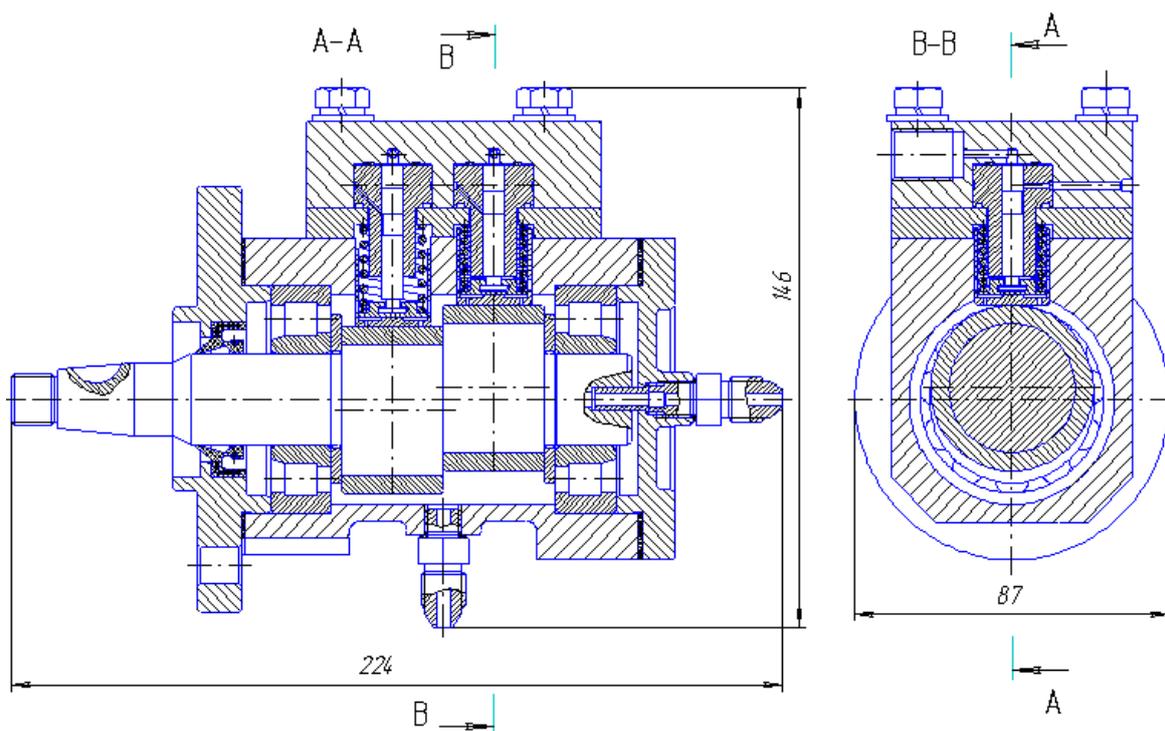


Рис. 1. Общий вид опытного ТНВД для топливной системы Common Rail.

Для разобщения аккумулирующего объема и надплунжерного пространства используется нагнетательный клапан грибового типа без разгружающего пояса. Высота подъема клапана 0,1мм. Шариковые клапаны имеют бесспорные достоинства (малая масса, габариты, стоимость). Но их производство для работы с давлениями до 200 МПа требует специальной технологической проработки и опыта производства.

Регулирование производительности опытного ТНВД осуществляется золотником с электромагнитным приводом, установленным во впускной полости. Известны и другие способы регулирования производительности ТНВД СР. При регулировании активным ходом плунжера, как в традиционных насосах, плунжер снабжается лишь одной верхней управляющей кромкой. При этом отсечная кромка недопустима во избежание потерь сжатого топлива. Перемещение рейки осуществляется пропорциональным электромагнитом. В ранних модификациях насосов BOSCH регулирование производительности осуществлялось блокированием впускного клапана. Такое регулирование требует использование быстродействующего привода на каждой секции, увеличивая габариты насоса и снижая надежность.

В последних вариантах насосов фирм производителей Bosch, Siemens регулирование также осуществляется дросселированием на впуске, что обеспечивает наибольший КПД насоса и требует одного исполнительного механизма.

Смазка деталей насоса и отвод теплоты от нагретых деталей насоса осуществляется циркулирующим через корпус насоса дизельным топливом.

При проектировании ТНВД МГТУ учитывались дополнительные расходы топлива, связанные с утечками в распылителе, в мультипликаторе, в электроуправляемом клапане, а также расход на управление форсунки. При проектировании ТНВД оказались необходимыми расчеты наполнения плунжерных пар на высоких частотах вращения, расчеты на применимость насоса для пускового режима, максимального крутящего момента и номинальной мощности.

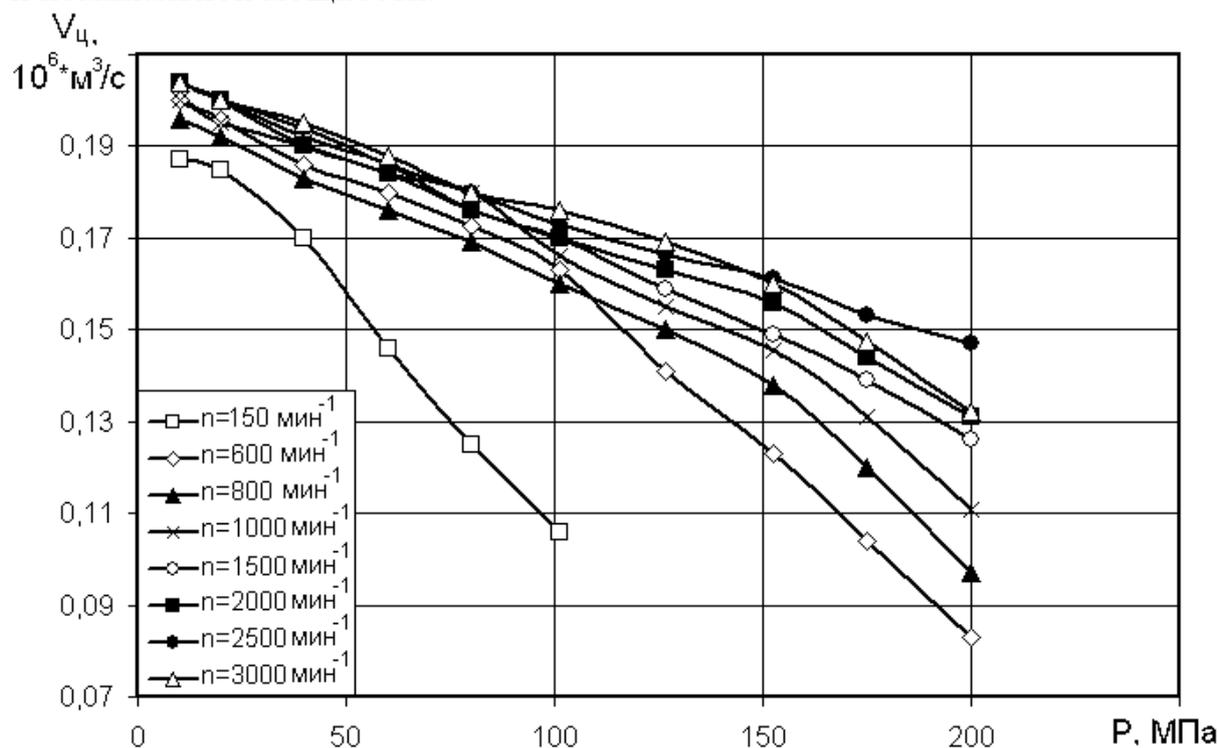


Рис. 2. Гидравлическая характеристика опытного ТНВД

Проведенные испытания на безмоторном стенде в диапазоне частот вращения 150...3000 мин⁻¹ и давлений подачи до 200 МПа показали, что гидравлические характеристики (рис. 2) соответствуют типичному характеру протекания для насосов объемного типа. При росте давления подачи в результате роста утечек, потерь на сжатие топлива в мертвых объемах, обратных забросов топлива из аккумулирующей полости в плунжерную из-за ограниченности динамических свойств клапанов, производительность ТНВД снижается. В целом, в представленном диапазоне изменения параметров, гидравлические характеристики насоса удовлетворяют требованиям со стороны топливной системы, а использование возможностей управления насоса позволяет получить требуемую производительность для изменения давления в аккумуляторе.



Испытания разработанного ТНВД не ограничились безмоторными испытаниями. Разработанная в ОАО НИКТИД (г. Владимир) оригинальная отечественная система CR в своем составе содержит все отечественные компоненты: блок управления, электрогидравлические форсунки, клапаны управления, а также описанный ТНВД (рис. 3). Система установлена и дорабатывается на дизеле ЗМЗ 514. Несмотря на необходимость совершенствования, система является работоспособной и обеспечила работу дизеля на моторном стенде ОАО НИКТИД.

Рис. 3. Установка ТНВД на дизель ЗМЗ 514 в ОАО НИКТИД

На основании проведенных испытаний можно сделать вывод о том, что насос имеет приемлемые по производительности и работоспособности показатели, при массовом производстве будет иметь невысокую стоимость и при увеличении или уменьшении числа секций сможет удовлетворить широкий диапазон потребителей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грехов Л.В. Топливная аппаратура дизелей с электронным управлением: Учебно-практическое пособие. М.: Легион-Автодата, 2003. – 176 с.

2. Klingmann V.R., Bruggemann H. Der neue Vierzylinder-Dieselmotor OM611 mit Common-Rail-Einspritzung. Teil 2: Verbrennung und Motormanagement // MTZ. Motortechnische Zeitschrift. - 1997. - Bd. 58, N 9.

3. Иващенко Н.А., Вагнер В.А., Грехов Л.В. Моделирование процессов топливоподачи и проектирование топливной аппаратуры дизелей: Учебное пособие. Барнаул – Москва: АлтГТУ, 2002. – 165 с.

ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ АДАПТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Лашко В.А.

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск

Аннотация: Рассмотрены основные проблемные вопросы создания адаптивных двигателей. Показано, что КДВС – сложная техническая система (СТС), имеет сугубо нелинейное взаимодействие между подсистемами. Установлено, что необходимо внедрение фундаментальной теории управления в практику проектирования и создания современных поршневых двигателей.

В настоящее время ведется интенсивный поиск путей создания адаптивных двигателей. Однако это остается пока на уровне элементов адаптации. Нет теоретического подхода к разрешению данной проблемы. Очевидно, причина кроется в отсутствии современных методов приложения фундаментальной теории управления к практике проектирования поршневых двигателей.

Остановимся на основных проблемных вопросах создания адаптивных поршневых двигателей.

1. До сих пор остается аддитивный принцип, принятый в практике проектирования и доводки современных двигателей.

Традиционно в процессе создания или совершенствования комбинированных двигателей внутреннего сгорания (КДВС) в специальных конструкторских бюро дизелестроения (СКБД) заводов, проектных организациях отработка отдельного модифицированного элемента конструкции ДВС осуществляется автономно с последующим включением в общую систему КДВС и соответствующей доводкой на экспериментальном стенде. В процессе автономной оптимизации элементов, например, проточных частей термогазогидродинамической системы КДВС (впускные и выпускные каналы, турбина, компрессор и т.д.) целевой функцией являются, как правило, локальные характеристики выделенных элементов (коэффициент расхода, гидравлического сопротивления, КПД и т.д.). В то же время достижение оптимума по локальным характеристикам не гарантирует того, что будет получено пропорциональное улучшение конечного технико-