

Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

2. Кавтарадзе, Р. З. Теория поршневых двигателей. Специальные главы [Текст]: учебник для вузов / Р. З. Кавтарадзе. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 720 с.

3. Кухаренок, Г. М. Рабочий процесс высокооборотных дизелей. Методы и средства совершенствования [Текст] / Г. М. Кухаренок. – Минск: БГПА, 1999. – 180 с.

4. Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов [Текст] / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер и др. – Москва: Мир, 1977. – 552 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 621.436

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ
В ЭЛЕКТРОГИДРАЛИЧЕСКОЙ ФОРСУНКЕ
MODELING OF THE WORKING PROCESS
OF A DIESEL WITH A VOLUME-FILM MIXTURE

А.Н. Петрученко, канд. техн. наук, доц., В.А.Сенчук, маг.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь

A. Petruchenko, Ph.D. in Engineering, Associate Professor,
V. Senchuk Master student

Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Аннотация. Получена зависимость, связывающая коэффициент расхода топлива в канале жиклера и отводящем канале электромагнитного клапана. Уточнена математическая модель электрогидравлической форсунки.

Abstract. The dependence connecting the coefficient of fuel consumption in the jet channel and the discharge channel of the electromagnetic valve is obtained. The mathematical model of the electro-hydraulic injector has been clarified.

Ключевые слова: Электрогидравлическая форсунка, камера управления, компьютерное моделирование, планирование эксперимента.

Key words: Electro-hydraulic injector, control camera, computer modelling, experiment planning

ВВЕДЕНИЕ

Основными тенденциями развития двигателестроения на текущий момент являются: улучшение топливной экономичности; обеспечение безотказной работы в течение всего срока эксплуатации транспортного средства; увеличение литровой мощности; снижение вредного воздействия на окружающую среду и сокращение затрат на эксплуатацию; расширение сферы применения, созданием новых моделей или модернизации существующих. Решение стоящих задач возможно только в рамках компромиссного варианта.

Широкое распространение получили силовые установки транспортных средств, у которых источником энергии является дизель. Они работают в широком диапазоне скоростных и нагрузочных режимов, подавляющая часть времени работы транспортных дизелей приходится на переходные режимы. Это обстоятельство значительно усложняет поиск компромиссного решения.

Эффективным средством достижения компромисса для существующих конструкций дизелей является топливоподающая система, обеспечивающая быстрое изменение в требуемом направлении протекание рабочего процесс. Наиболее гибкой с широкими возможностями адаптировать работу дизеля под складывающиеся условия работы является аккумуляторная система подачи топлива. В значительной мере возможности этих топливных систем определяются техническим уровнем форсунок.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ И РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

Наиболее широкое распространение в современных аккумуляторных системах получили электрогидравлические форсунки. Одним из показателей, указывающих на возможности изменения закона подачи топлива, является время срабатывания форсунки. Анализ влияния конструктивных параметров и физических свойств топлив на время срабатывания форсунки можно проводить по результатам математического моделирования или экспериментальных исследований.

Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

Для математического моделирования используют известную систему дифференциальных уравнений [1, 2], описывающих изменение давлений в характерных объемах линии высокого давления, и движения якоря электромагнита, запорного клапана, мультипликатора и иглы распылителя. Для электрогидравлических форсунок определяются давления в объемах камеры управления и кармана распылителя.

Изменение физических свойств топлива, определяющих его расход через жиклер и запорный клапан, а также размеры (длина и диаметр жиклеров), оказывают влияние на изменение давления в камере управления, что сказывается на характере открытия и закрытия иглы распылителя.

Для учета влияния температуры топлива (T_T), перепада давлений на входе и выходе из жиклера и запорного клапана (p_T), диаметра (d_k) и длины (l_k) отводящего канала и жиклера на изменение давления в камере управления получены регрессионные зависимости, представляющие собой полином второго порядка с парным влиянием изменяемых параметров. Уравнение регрессии для приведенных значений варьируемых параметров имеет вид:

$$\begin{aligned} \mu f = & 0,717 - 0,014 \cdot \bar{d}_k - 0,117 \cdot \bar{l}_k + 0,0056 \cdot \bar{p}_T - 0,0052 \cdot \bar{T}_T \\ & - 0,017 \cdot \bar{d}_k^2 - 0,034 \cdot \bar{l}_k^2 - 0,023 \cdot \bar{p}_T^2 - 0,0086 \\ & \cdot \bar{T}_T^2 + 0,0206 \cdot \bar{d}_k \cdot \bar{l}_k - 0,0202 \cdot \bar{d}_k \cdot \bar{p}_T - 0,0097 \cdot \bar{d}_k \\ & \cdot \bar{T}_T + 0,0189 \cdot \bar{p}_T \cdot \bar{l}_k + 0,0211 \cdot \bar{T}_T \cdot \bar{l}_k - 0,0317 \cdot \bar{T}_T \\ & \cdot \bar{p}_T \end{aligned}$$

Для получения зависимости построена трехмерная модель камеры управления (рисунок 1) и выполнено компьютерное моделирование течения топлива согласно четырёхфакторному Вп плану [3].

Секция «ТЕПЛОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ»

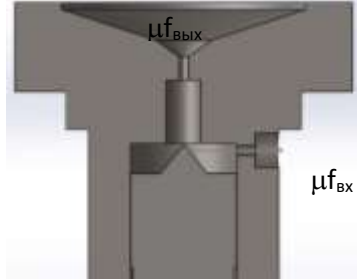


Рисунок 1 – Модель камеры управления

При проведении расчетов течения топлива диаметр и длина канала изменялись соответственно в пределах 0,08–0,15 мм и 0,2–0,6 мм, перепад давлений 1–120 МПа, температура топлива 293–353 К.

При увеличении температуры топлива с 293 до 353 К коэффициент расхода увеличивается менее чем на 1 % перепад давления, длина и диаметр канала при этом принимали значения соответственно 60,5 МПа, 0,4 и 0,115 мм.

Уточнённая математическая модель была использована для определения рационального сочетания диаметров отводящего канала и жиклера, а также диаметра шарикового клапана. Расчетные исследования показали, что следующее соотношение размеров: $d_{\text{слив}} = 0,14\text{ мм}$, $d_{\text{шп}} = 0,04\text{ мм}$ $d_{\text{ш}} = 0,25\text{ мм}$ позволяет довести время гидравлического запаздывания до 0,5 мс.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Построена компьютерная модель камеры управления электрогидравлической форсунки, что позволило оценить расходные характеристики отводящего канала и жиклера и получить регрессионную зависимость коэффициента расхода от геометрических параметров каналов течения перепада давлений и температуры топлива.

Математическая модель электрогидравлической форсунки использована для поиска рационального сочетания параметров гидравлического тракта. Определены диаметры канала на входе в камеру управления, шарика электрогидравлического клапана и сливного канала сокращающие время гидравлического запаздывания менее чем на 0,5 мс.

ЛИТЕРАТУРА

1. Топливная аппаратура и экономичность дизелей / И.В. Астахов, Л.Н. Голубков, В.И. Трусов др. – М.: Машиностроение, 1990. -288с.
2. Грехов Л.В., Иващенко Н.А., Марков В.А. Топливная аппаратура и системы управления дизелей: Учебник для вузов. – М.: Легион-Ав-тодата, 2004. – 344 с.
3. Хартман, К. Планирование эксперимента в исследовании техно-логических процессов [Текст] / К. Хартман, Э. Лецкий, В. Шефер и др. – Москва: Мир, 1977. – 552 с.

Представлено 17.05.2019

УДК 621.43

МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗООБМЕНА В МАЛОЛИТРАЖНЫХ
ДВИГАТЕЛЯХ ПРОИЗВОДСТВА ММЗ
MODELING OF GAS EXCHANGE IN SMALL ENGINES
PRODUCED BY MMP

А.В. Предко, ст. преп.,
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Беларусь
A. Predko, Senior lecturer,
Belarusian national technical University, Minsk, Belarus

Аннотация. В работе рассмотрены общие подходы к построению математической модели газообмена на основании первого закона термодинамики для открытых систем. Приведены исходные данные и результаты моделирования.

Abstract. The paper deals with General approaches to the construction of a mathematical model of gas exchange on the basis of the first law of thermodynamics for open systems. The initial data and simulation results are presented.

Ключевые слова: газообмен, рабочий процесс, двигатель внутреннего сгорания.

Key words: gas exchange, workflow, internal combustion engine.