

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОДАЧИ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ТОПЛИВА В ДИЗЕЛЬ

А. В. ПЛЯГО¹, аспирант

П. Я. КАНТОР¹, канд. физ.-мат. наук, доцент

Ю. А. ПЛОТНИКОВА², канд. физ.-мат. наук, доцент

¹ФГБОУ ВПО «Вятский государственный университет»,
Киров, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева»,
Москва, Российская Федерация

Введение. Применение альтернативных топлив (АТ) в наземном транспорте РФ – задача перспективная и многообещающая. И она тесно связана с рядом сопутствующих вопросов – перевозка и хранение АТ, организация рабочего процесса, нивелирование отрицательных свойств АТ и др. Отдельным, немаловажным моментом, является обеспечение точного регулирования состава, подаваемого смесового АТ, так как использование его в чистом виде на сегодняшний день не предоставляется возможным. Известные на данный момент системы имеют следующий недостаток: они не позволяют осуществлять точную регулировку подачи любых составов топлив.

Техническая реализация при использовании топливных смесей в дизельных установках возможна различными устройствами, использующих разные принципы смешения, пропорционирования, регулирования и подачи в цилиндры двигателей высокостабильных смесей топлив разной вязкости, плотности и сжимаемости. Смешению чаще всего подвергаются жидкие виды топлива, они имеют различные физические свойства, разный углеводородный элементарный химический состав, разную теплоту сгорания, соответственно, устройства могут иметь различную конструкцию – ультразвуковые гомогенизаторы, клапанные, струйные аппараты, кавитационные смесители, различного типа акустические аппараты.

Низшие спирты (метанол, этанол), для которых характерно низкое цетановое число, малая вязкость и большая сжимаемость, предполагают разработку и внедрение специальных смесителей-дозаторов, которые бы обеспечили необходимую стабильность их смесей со стандартным ДТ, необходимую величину цикловой подачи и регулирование цикловой подачи.

Одним из наиболее удачных систем регулирования подачи жидких АТ следует считать систему регулирования многотопливного дизе-

ля [1]. Известные системы не позволяют сохранения установленного заводом-изготовителем закона подвода теплоты в цилиндры дизеля на всех его скоростных и нагрузочных режимах при работе на смешевых топливах и топливах с иной, чем у ДТ теплотой сгорания и, следовательно, ухудшают мощностные, экономические и показатели долговечности дизеля.

Анализируя ранее разработанные схемы дозирования альтернативных топлив, приходим к выводу, что известные на данный момент системы имеют следующий недостаток: они не позволяют осуществлять точную регулировку подачи любых составов топлив.

Основная часть. Нами предлагается конструкция, с помощью которой мы стремимся нивелировать слабые стороны предыдущих конструкций, касающиеся управления подачей топлив, и достигаем цели по обеспечению возможности точного регулирования любого состава и добавочного топлива в смеси [8].

Для достижения поставленной цели в конструкцию добавлена заслонка с уплотнениями по краям (рис. 1). Изменяя угол поворота заслонки, мы можем уменьшать либо увеличивать (в зависимости от требований к объему поступающего топлива) площадь сечения потока добавочного топлива. В качестве расчетной схемы была использована реальная схема насоса-дозатора [2].

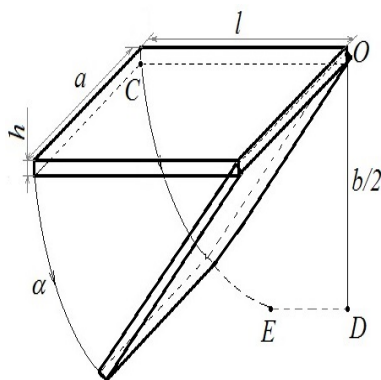


Рис. 1. Расчетная схема

Для расчета зависимости площади сечения потока топлива от угла открытия заслонки рассмотрим следующую схему (рис. 2).

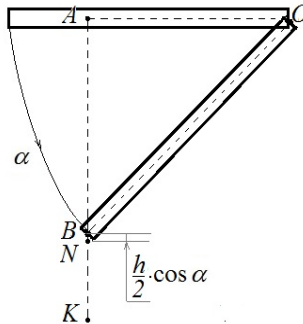


Рис. 2. Сечение заслонки при полном $\alpha = 0^\circ$ и частичном открытии $0^\circ < \alpha < 50^\circ$.

Заслонка изображена на схеме в двух положениях – полного открытия при нулевом угле поворота и частичного открытия. Поворот заслонки осуществляется вокруг оси, проходящей через точку O .

Введем следующие обозначения (см. рис. 1):

a – ширина фляжка-заслонки,

α – угол поворота заслонки ($0^\circ < \alpha < 50^\circ$),

h – толщина заслонки,

l – длина заслонки,

$b/2 = OD$ – половина высоты окна.

На рис. 1 дуга CE показывает угол поворота от положения полного открытия заслонки до полного закрытия. Будем считать, что сечение потока имеет форму прямоугольника. Ширина прямоугольника равна ширине фляжка-заслонки, высота зависит от угла поворота заслонки.

Найдем площадь сечения потока дополнительного топлива, проходящего под заслонкой, при $\alpha \neq 0^\circ$. На рис. 2 изображено сечение заслонки в двух положениях: при полном открытии $\alpha = 0^\circ$ и частичном открытии ($0^\circ < \alpha < 50^\circ$).

При частичном закрытии заслонки поток добавочного топлива имеет сечение высотой NK . $NK = AK - AB - BN$. В треугольнике OAB $\angle AOB = \alpha$. Из треугольника OAB находим, что $AB = l \sin \alpha$.

С учетом ранее введенных обозначений $BN = \frac{h}{2} \cdot \cos \alpha$, $AK = \frac{b}{2}$. Тогда получаем:

$$NK = \frac{b}{2} - l \cdot \sin \alpha - \frac{h}{2} \cdot \cos \alpha. \quad (1)$$

Тогда площадь сечения потока добавочного топлива при $\alpha \neq 0^\circ$:

$$S = a \cdot \left(\frac{b}{2} - l \cdot \sin \alpha - \frac{h}{2} \cdot \cos \alpha \right) = \frac{a}{2} \cdot (b - 2l \cdot \sin \alpha - h \cdot \cos \alpha). \quad (2)$$

Для анализа влияния положения заслонки на расход добавочного топлива примем следующую модель: будем считать, что перепад давлений Δp между концами трубопровода остается неизменным; сечение трубопровода длины L представляет собой прямоугольник с площадью, определяемой формулой (2).

Произведя математические расчеты и комбинируя формулы [3, 4, 5] в вышеуказанную зависимость от угла α , получаем:

$$Q = k(\alpha) Q_0,$$

где

$$k(\alpha) = \frac{b - 2l \sin \alpha - h \cos \alpha}{b - h} \frac{\left(1 - \frac{192a}{\pi^5 (b - 2l \sin \alpha - h \cos \alpha)} \operatorname{th} \frac{\pi (b - 2l \sin \alpha - h \cos \alpha)}{4a} \right)}{\left(1 - \frac{192a}{\pi^5 (b - h)} \operatorname{th} \frac{\pi (b - h)}{4a} \right)} \quad (3)$$

Расчет коэффициента $k(\alpha)$ в зависимости от угла поворота заслонки (3) проводился для следующих значений геометрических параметров: $l = 50$ мм, $b/2 = 40$ мм, $h = 2$ мм, $a = 50$ мм [6, 7]. Результаты расчетов показывают, что зависимость коэффициента k от угла поворота заслонки α носит несколько нелинейный характер; устройство позволяет регулировать объемный расход добавочного топлива.

Заключение. Предложенная конструкция позволяет изменять состав смесового топлива в широких пределах. Получены зависимости для точной оценки расхода и регулировки любого состава добавочного топлива, уточнено равенство оценки характера изменения скорости потока при изменении угла открытия заслонки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Плотников, С. А. Система регулирования многотопливного дизеля / С. А. Плотников, С. Н. Гуцин, М. И. Ярков. – Патент РФ № 2246019, МПК F02D 1/04, 1/10. – 6 с.
2. Насос-дозатор смесового топлива / С. А. Плотников [и др.]. – Патент РФ № 2639634, МПК F02M 43/02. – 6 с.
3. Механика жидкости и газа / В. С. Швыдкий [и др.]. – Москва: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 464 с.
4. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа / Л. Г. Лойцянский. – Москва: Дрофа, 2003. – 840 с.
5. Валландер, С. В. Лекции по гидроаэромеханике / С. В. Валландер. – Ленинград: Изд-во Ленингр. ун-та, 1978. – 296 с.

6. Гидравлика, гидромашины и гидроприводы / Т. М. Башта [и др.]. – Москва: Машиностроение, 1982. – 423 с.

7. Плотников, М. Г. Математика / М. Г. Плотников, Ю. А. Плотникова. – Вологда: ВГМХА им. Н. В. Верещагина, 2019. – 206 с.

8. Оптимизация состава этанола-топливной эмульсии для использования в дизельных двигателях / С. А. Плотников [и др.] // Известия МГТУ «МАМИ». – 2020. – № 3 (45). – С. 41–47.

Аннотация. Все более строгие экологические нормы заставляют производителей искать возможные варианты улучшения данных показателей. Комплекс мероприятий ныне применяемый в двигателестроении лишь частично решает вопрос об улучшении экологических показателей. В данный момент времени вариантом для сохранения и не ухудшения экологической обстановки на нашей планете видится применение новых топлив, более экологичных и менее токсичных. Этаноло-топливная эмульсия один из возможных вариантов.

Представленная нашим коллективом схема насоса-дозатора в настоящее время существенно отличается от всех ранее известных решений. Преимуществом данной системы является возможность одно-временного регулирования и количества, и состава смесового топлива, подаваемого в цилиндры дизеля.

Ключевые слова: этанол, альтернативное топливо, насос-дозатор, дизельное топливо, регулирование состава, заслонка.

УДК 621.431.73

МОДЕЛИРОВАНИЕ СКРУГЛЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ ДИАГРАММ ЧЕТЫРЕХТАКТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

А. А. РУДАШКО, канд. техн. наук, доцент

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. При построении индикаторных диаграмм четырехтактных двигателей внутреннего сгорания рассчитывается положение характерных точек и производится расчет политроп сжатия и расширения [1]. Скругление диаграмм производится не аналитически, а графически, что значительно снижает возможность компьютерного построения диаграмм с хорошей детализацией, обусловленной достаточно