

УДК 621.43

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ЭФФЕКТА ПОДАЧИ ВОДЫ В КАМЕРУ СГОРАНИЯ ДИЗЕЛЯ

БИЖАЕВ А.В.,
аспирант, зав. лабораторией

Российский государственный аграрный университет – Московская сельскохозяйственная академия им. К.А.Тимирязева,
Тимирязевская ул., 49, Москва, 127550, Российская Федерация, e-mail: a.bizhaev@mail.ru

Добавка воды в поршневой двигатель внутреннего сгорания существенно влияет на температуру рабочего заряда в цилиндре, что сказывается на содержании токсичных веществ в отработанных газах. Для оценки эффекта от подачи воды в камеру сгорания необходима расчетная методика, которая позволит получить конкретные значения параметров при различных режимах работы двигателя, а также при изменяемых соотношениях воды и топлива. Разработали математическую модель, помогающую найти зависимости основных параметров двигателя, благодаря чему можно провести сравнительную оценку систем подачи воды в двигатель.

Ключевые слова: добавка воды в двигатель, отработанные газы, температура заряда, тепловая напряженность двигателя, период задержки воспламенения.

В связи с постоянно растущими экологическими требованиями для транспорта необходимо снижать токсичность отработанных газов ДВС [1]. Одна из наиболее эффективных мер – добавка воды в цилиндры двигателя [2].

Подачу воды в двигатель использовали еще в начале XX в. Она получила широкое распространение в авиационной технике во время Второй мировой войны благодаря антидетонационному воздействию путем снижения тепловой напряженности бензиновых двигателей [3]. В дизелях подачу воды используют для снижения токсичности.

Основные способы добавки воды – это подача ее в виде водотопливной эмульсии или с воздухом непосредственно во впускную систему.

По каждому из способов проводилось множество исследований, которые позволили дать оценку влияния добавки воды в разных условиях. Однако объективно сравнить эти методы на представлялось возможным.

Цель исследования – создание математической модели, позволяющей дать сравнительную оценку теплового эффекта основных методов подачи воды в камеру сгорания дизеля.

Материалы и методы. Основной искомым параметр конкретной математической модели – конечная температура в цилиндре при добавке определенного количества воды. Поэтому определили условия, при которых будет работать математическая модель:

- при подаче с воздухом вся вода испаряется полностью во впускном коллекторе;

- теплота смеси в цилиндре передается воде до состояния теплового равновесия;

- при впрыске в виде эмульсии вода равномерно распределяется в топливной струе.

Расчет основан на теплообмене между поданной водой и топливовоздушной смесью. При этом зададим следующие значения: геометрические параметры камеры сгорания; критерии работы ДВС; параметры поступающих в двигатель жидкостей и газов; опции топливной струи форсунки

Основные физические величины аппроксимируются по справочным данным. В диапазоне параметров работы двигателя их функции обладают сравнимо малой погрешностью.

Результаты и обсуждение. По полученным расчетам получили несколько точек, описывающих функцию искомым параметров. Мы изучили температуру свежего заряда в конце такта сжатия и в зоне топливной струи (рисунк) в дизельном двигателе Д-120, работающем при температуре впускного воздуха 340К, давлении на впуске 90 кПа. Коэффициент наполнения равен 0,95; коэффициент избытка воздуха – 1,5; температура подаваемой воды ~ 313К; температура топлива – 300К.

Полученные данные открывают возможность для дальнейшего расчета параметров, необходимых для сравнения методов подачи воды. Температура в конце сжатия, а также в зоне струи значительно повлияет на процесс сгорания и образование токсичных веществ. Математическая модель позволяет также найти зависимость температуры в зоне струи от опций форсунки, предельное коли-

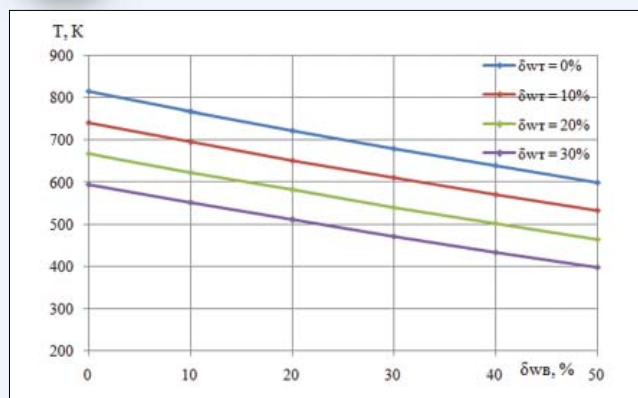


Рисунок. Зависимость температуры в топливном факеле от подачи воды (δwt , δwa – весовые доли воды в топливе и воздухе соответственно)

чество воды для подачи в двигатель, период задержки воспламенения.

Добавление воды к воздуху на впуске снижает температуру свежего заряда. Для двигателя Д-120 температура заряда вне зон топливной струи уменьшается примерно на 50К при 10% – добавке воды относительно номинальной цикловой подачи топлива. При увеличении доли воды до 50% темпе-

ратура заряда снижается в конце сжатия на 230К.

Присутствие воды в виде эмульсии с топливом обеспечивает дополнительное охлаждение топливо-воздушной смеси в зоне топливной струи. Величина этого снижения температуры зависит от концентрации воды в водотопливной эмульсии, впрыскиваемой форсункой. Наличие 10% воды в эмульсии уменьшает температуру топливо-воздушной смеси примерно на 60К. Это снижение дополнительно уменьшает температуру заряда, охлажденного водой, поданной на впуск. При впрыскивании эмульсии с содержанием воды 30% температура топливо-воздушной смеси падает на 200-220К. Это вызывает охлаждение заряда в зоне струи до 773К и ниже, что может вызвать большие задержки или пропуски воспламенения топлива.

Выводы

При подаче воды в камеру сгорания изменяются основные параметры горения смеси. Полученная математическая модель позволяет определить конкретные значения этих параметров. Исходя из найденных зависимостей можно провести комплексную оценку способов подачи воды в двигатель.

Литература

1. Сапьян Ю.Н., Воробьев М.А., Колос В.А. Система допуска к производству и применению биологических видов моторного топлива // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2010. – № 3 – С. 22-28.

2. Сапьян Ю.Н., Колос В.А., Кабакова Е.Н. Проблемы использования оксигенатов как компонентов моторных топлив / Система техноло-

гий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Ч 2. – М.: 2013. – С. 144-148.

3. Савельев Г.С., Кочетков М.Н., Овчинников Е.В., Овчинников А.В. Результаты испытаний по использованию нанопродукта в виде добавки в биотопливо из рапсового масла // Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Ч.1. – М.: 2013. – С. 220-225.

MATHEMATICAL MODEL OF ASSESSMENT OF EFFECT OF WATER SUPPLY IN ENGINE COMBUSTION CHAMBER

A.V.Bizhaev, Russian State Agrarian University - Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev, Timiryazevskaya St., 49, Moscow, 127550, Russian Federation, e-mail: a.bizhaev@mail.ru

A water additive in a reciprocating internal combustion engine significantly influences temperature of a working charge in a cylinder that has impact on a toxic substances content in exhaust gases. An analytic technique is necessary for an assessment of water supply effect in the combustion chamber. Due this method, we can receive concrete values of parameters at various power setting, and at changeable ratios of water and fuel. In this regard, a new developed mathematical model makes it possible to find dependences of engine key parameters and to carry out a comparative assessment for systems of water supply in the engine.

Keywords: Water additive in an engine; Exhaust gases; Charge temperature; Engine thermal intensity; Ignition delay period.

References

1. Sap'yan Yu.N., Vorob'ev M.A., Kolos V.A. Sistema dopuska k proizvodstvu i primeneniyu biologicheskikh vidov motornogo topliva [System of the admission to production and application of motor fuel types]. Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii. 2010. No. 3 pp. 22-28 (Russian).

2. Sap'yan Yu.N., Kolos V.A., Kabakova E.N. Problemy ispol'zovaniya oksigenatov kak komponentov motornykh topliv [Problems of use of oxygenates as components of motor fuels]. Sistema tekhnologii i mashin dlya innovatsionnogo razvitiya APK Rossii: Sb. dokl. Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. Ch 2. Moscow: 2013. pp. 144-148 (Russian).