

УДК 62-6:621.43

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ДОБАВОК ВОДЫ К ТОПЛИВУ В ПОРШНЕВОЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ



А.В.БИЖАЕВ,
аспирант

Российский государственный аграрный университет МСХА – имени К.А.Тимирязева, e-mail: a.bizhaev@mail.ru,
Москва, Российская Федерация

Основной источник энергии на стационарных установках и мобильных средствах передвижения – поршневой двигатель внутреннего сгорания (ДВС). Среди требований, предъявляемых к нему, – ограничение по токсическим выбросам в атмосферу и повышение экономических показателей, в том числе коэффициента полезного действия. Для решения этих ключевых проблем еще в 60-е годы была предложена система для подачи воды вместе с топливом в камеру сгорания ДВС. Такая система обеспечивает процесс горения смеси при более низкой температуре, что в первую очередь влечет за собой уменьшение выброса оксидов азота и активизирует химические процессы, приводящие к увеличению энергии, полученной при сгорании смеси. Исследовали методы подачи воды, сравнили их между собой. Показали, что существует несколько базовых способов добавки воды к топливу, которые необходимо исследовать для комплексной оценки текущей ситуации. Выявили, что каждый метод отличается своими особенностями, которые включают в себя не только конструктивную составляющую, но и множество физико-химических процессов, значительно влияющих на процесс горения смеси. Данное исследование станет фундаментом для получения эмпирических показателей при проведении эксперимента.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, водо-топливная эмульсия, отработавшие газы, коэффициент полезного действия.

Одно из наиболее серьезных направлений развития на современном этапе двигателестроения – снижение токсичных выбросов отработавших газов и повышение эффективности работы двигателя.

В сельскохозяйственной отрасли так же, как и во многих других, основными источниками энергии служат поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС), используемые на тяговых средствах передвижения и стационарных установках.

Современные двигатели должны быть приспособлены для работы в широком диапазоне климатических условий, так как любые внешние температурные воздействия значительно сказываются на их эксплуатационных показателях. Не менее важ-

ны экологические показатели двигателя, поскольку требования по ограничению токсичных выбросов непрерывно растут и находятся под постоянным контролем [1-3]. Это обосновано угрозой отравления живых организмов, включая и человека. Кроме того, опасно канцерогенное воздействие выбросов сажи.

Экономичность ДВС, служит одним из наиболее значимых показателей. В зависимости от этого параметра рассчитывается одна из составляющих суммы себестоимости каких-либо работ, совершаемых с использованием этого двигателя. Коэффициент полезного действия (КПД) представляет собой эквивалентно сопоставимую величину. Его характеризует множество различных показателей ДВС, та-

ких как удельный эффективный расход топлива, полезная мощность, сила трения между контактирующими движущимися относительно друг друга поверхностями двигателя, термодинамические процессы при сгорании смеси внутри камеры сгорания и т.д. В процессе проектирования и разработки двигателя изготовители стремятся улучшить эти показатели, тем самым увеличивая КПД.

Однако, кроме токсичности отработавших газов и относительно невысокого КПД, существуют другие проблемы, возникающие при работе двигателя, такие как перегревы и детонация на бензиновых двигателях, особенно при эксплуатации в условиях повышенной температуры.

Оптимальным решением этих актуальных проблем является подача воды в камеру сгорания в виде смеси с топливом и воздухом. В процессе изучения данной темы было проведено множество научных исследований, доказывающих эффективность использования добавки воды в камеру сгорания двигателя, что способствует повышению КПД и снижению его токсических выбросов [4].

Однако в ходе изучения данного способа повышения эффективности ДВС обнаружился факт отсутствия исследований способов подачи воды в камеру сгорания. Основная часть исследований по подаче воды в камеру сгорания на данном этапе описывает эффекты, зафиксированные при работе двигателя на смесях различных видов топлива, в том числе и биодизельного, с водой в определенных пропорциях, либо непосредственно процесс подачи и сгорания топливно-воздушной смеси.

Цель исследования – изучение способов подачи воды в камеру сгорания поршневого ДВС и создание установки, которая позволит выявить и сравнить эффект от различных способов подачи воды в камеру сгорания.

Материалы и методы. Прежде всего необходимо определить, какими методами подачи воды в камеру сгорания стоит оперировать. Каждый из способов имеет свои особенности. Следует провести классификацию по различным способам подачи воды.

Подача воды вместе с воздухом. Этот метод подачи воды в камеру сгорания можно разделить дополнительно по признакам состояния вещества:

- подача воды в виде пара;
- подача воды в виде мелкодисперсного тумана.

Подача при помощи водо-топливной эмульсии. Данный способ следует классифицировать:

- по типу смешивания эмульсии;
- фазо-инвертирующее смешивание;
- механическое смешивание;
- акустическое смешивание;
- по наличию связующего вещества;
- с эмульгатором;

- без присадок.

Непосредственная подача в камеру сгорания.

Этот способ предусматривает попадание воды в камеру сгорания через дополнительные приспособления:

- клапан в камере сгорания;
- форсунку с непосредственным впрыском.

Причем конструктивное расположение подающего элемента может быть различным:

- центральным (между клапанами);
- на периферии камеры сгорания;
- в форкамере.

Подача воды с воздухом, необходимым для сгорания топлива, обеспечивается распылом воды во впускной тракт двигателя: либо через карбюратор под действием разряжения в надпоршневой области, либо под избыточным давлением на форсунках (рис. 1).

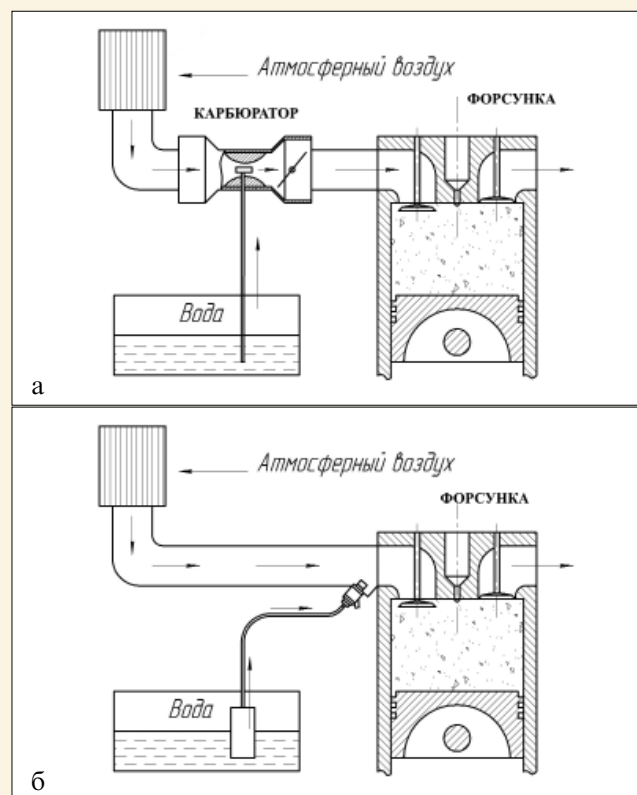


Рис. 1. Подача воды с воздухом: а – через форсунки; б – через карбюратор

Для карбюраторной системы характерна неравномерность подачи воды по цилиндрам [4]. Уменьшение количества порций воды будет наблюдаться по мере отдаления от впускного тракта. Если впускной коллектор симметричный, то неравномерность будет одинаковой относительно линии симметрии, проходящей через центр впускного тракта. Для достижения большей равномерности можно установить карбюратор для каждого цилиндра, но это,

очевидно, приведет к усложнению конструкции. В случае использования форсунок для распыла воды конструктивная часть упрощается, так как карбюраторы более массивны. Отрицательный эффект от использования форсунок заключается в том, что часть полезной работы двигателя направлена на создание давления и расходуется на водяном насосе, а также на выработку электроэнергии для управления форсунками (в случае с механическими форсунками будет затрачиваться механическая энергия).

Существует также метод подачи воды в камеру сгорания вместе с топливом в виде эмульсии (рис. 2).

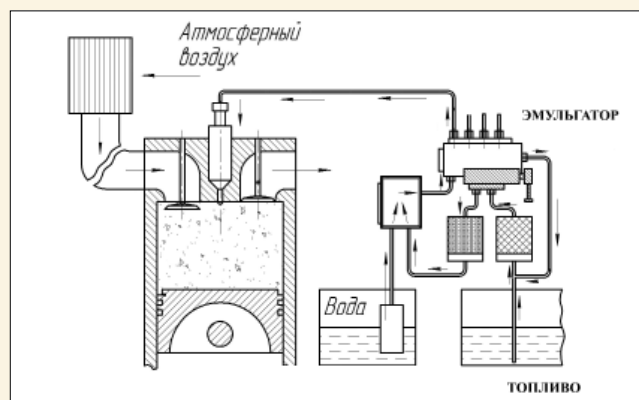


Рис. 2. Подача воды с топливом в виде эмульсии

Эмульсия в данном случае представляет собой смесь воды с топливом в определенных пропорциях и должна быть приготовлена до попадания в камеру сгорания. При этом способе подачи воды в цилиндры двигателя стоит учитывать, что эмульсия не должна проходить через стандартные топливные фильтры, потому что при этом произойдет разделение воды и топлива.

Подача воды в виде водо-топливной эмульсии приведет также к уменьшению срока службы топливной системы, так как будет способствовать коррозии металлических поверхностей. Существует не-

сколько методов приготовления водо-топливных эмульсий: механическое смешивание, акустическое, фазо-инвертирующее. При этом могут добавляться эмульгаторы, препятствующие расслоению веществ.

Особенностью данного метода подачи, кроме перечисленных, является изменение параметров давления на форсунке. Это связано не только с плотностью эмульсии, но и с качеством распыла и величиной капель, полученных при помощи форсунки. Величина капель воды в топливе – важная составляющая, от нее зависят многие основные параметры двигателя [5, 6]. При завершении работы двигателя с такой системой необходимо перекрыть подачу воды и перейти на дизельное топливо. Иначе вода, отделившаяся при расслоении эмульсии, способствует коррозии элементов топливной системы.

При использовании метода подачи воды дополнительной форсункой в камеру сгорания стоит учитывать конструктивные особенности, которые значительно скажутся на трудоемкости работ по оборудованию данной системы [7, 8]. Кроме того, впрыск должен происходить под большим давлением для соблюдения качественного факела распыла, поскольку дизельные двигатели имеют высокую степень сжатия. В большинстве случаев данная система не эффективна из-за весомых затрат на конструктивную составляющую.

Выводы. Таким образом, каждый метод подачи воды в камеру сгорания зависит от индивидуальных условий. Важны не только конструкции устройств для конкретного способа подачи воды внутрь цилиндра, но и физико-химический процесс, который протекает после ее попадания в камеру сгорания. Поэтому необходимо использовать тот метод, который будет оптимальным для конкретного двигателя при определенном режиме работы, что обосновано индивидуальными особенностями каждого способа и в дальнейшем будет исследовано более детально.

Литература

1. Русанов В.А., Русанов А.В., Ревенко В.Ю. Экологическая безопасность ходовых систем мобильной сельскохозяйственной техники // *Сельскохозяйственные машины и технологии*. – 2008. – № 1 – С. 33-36.
2. Савельев Г.С. Выбор технологии конвертации тракторных дизелей при работе на компримированном природном газе // *Инновационные технологии и техника нового поколения – основа модернизации сельского хозяйства: Сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Ч.2.* – М.: ВИМ, 2011. – С.

105-109.

3. Сапьян Ю.Н., Колос В.А., Кабакова Е.Н. Проблемы использования оксигенатов как компонентов моторных топлив // *Система технологий и машин для инновационного развития АПК России: Сб. науч. докл. Междунар. науч.-техн. конф. Ч.2.* – М.: ВИМ, 2013. – С. 144-148.
4. Конев А.Ф. Использование добавок воды и бензина на впуске тракторных двигателей в условиях жаркого климата: Дисс. ... канд. техн. наук. – 1987. – 272 с.
5. А.М.А. Аттия. Улучшение экологических и экономических показателей дизелей за счет изме-

нения структуры водо-топливной эмульсии: Дисс. ... канд. техн. наук. – 2012. – 133 с.

6. Васильева Л.С. Автомобильные эксплуатационные материалы. – М.: Наука-Пресс, 2004. – 421 с.

7. Иванов В.М. Топливные эмульсии. – М.: Из-

дательство АН СССР, 1962. – 216 с.

8. Абдо Х.М.А. Получение эмульсий типа вода/мазут и закономерности изменения их свойств с изменением состава: Дисс. ... канд. техн. наук: – 2007. – 136 с.

References

1. Rusanov V.A., Rusanov A.V., Revenko V.Yu. *Ekologicheskaya bezopasnost' khodovykh sistem mobil'noy sel'skokhozyaystvennoy tekhniki* [Ecological safety of undercarriage of mobile agricultural machinery]. *Sel'skokhozyaystvennyye mashiny i tekhnologii*. 2008. No 1 pp. 33-36. (in Russian).

2. Savel'ev G.S. *Vybor tekhnologii konvertatsii traktornykh dizeley pri rabote na komprimirovannom prirodnom gaze* [Choice of tractor diesels converting technology when compressed natural gas operate]. *Innovatsionnye tekhnologii i tekhnika novogo pokoleniya – osnova modernizatsii sel'skogo khozyaystva: Sb.nauch.dokl. Mezhdunar.nauch.-tekhn. konf. Ch.2. M.: VIM, 2011. pp. 105-109* (Russian).

3. 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.nauch.dokl. Mezhdunar.nauch.-tekhn.konf. Ch.2. M.: VIM, 2013. pp. 144-148* (Russian).

4. Konev A.F. *Ispol'zovanie dobavok vody i benzina na vpuske traktornykh dvigateley v usloviyakh zharkogo klimata* [Use of inlet water and gasoline additives in the tractor engines at the hot climate conditions]: Diss. ... kand. tekhn. nauk. 1987. 272 pp. (in Russian).

5. A.M.A. Attiya. *Uluchshenie ekologicheskikh i ekonomicheskikh pokazateley dizeley za schet izmeneniya struktury vodo-toplivnoy emul'sii* [Improvement of ecological and economic indicators of diesels due to change of a water-fuel emulsion structure]: Diss. ...kand. tekhn. nauk. 2012. 133 pp. (in Russian).

6. Vasil'eva L.S. *Avtomobil'nye ekspluatatsionnye materialy* [Automobile operational materials]. M.: Nauka-Press, 2004. 421 pp. (in Russian).

7. Ivanov V.M. *Toplivnye emul'sii* [Fuel emulsions]. M.: Izdatel'stvo AN SSSR, 1962. 216 pp. (in Russian).

8. Abdo Kh.M.A. *Poluchenie emul'siy tipa voda/mazut i zakonomernosti izmeneniya ikh svoystv s izmeneniem sostava* [Obtaining emulsions kind of water/fuel oil residue and regularities of their properties change with composition change]: Diss. ... kand. tekhn. nauk: 2007. 136 pp. (in Russian).

RESEARCH OF METHODS OF WATER ADDITIVES TO FUEL IN A CONVENTIONAL ENGINE

Bizhaev A.V., Russian State Agrarian University named after K.A.Timiryazev, e-mail: a.bizhaev@mail.ru, Moscow, Russian Federation

The main energy source for stationary installations and mobile vehicles is a conventional engine. There are several its requirements: restriction on toxic emissions in the atmosphere and increase of economic indicators, including efficiency. The delivery fuel and water system was offered in the 60th years for these key problems solution. Such system insures process of mixture burning at lower temperature. First of all it causes reduction of nitrogen oxides emission and intensifies the chemical processes leading to increase in the energy received at mixture burning. The water delivery methods were investigated and compared them around each other. It was showed that there are some basic ways of an water additive. It is necessary to investigate them for a complex assessment of the current situation. It was revealed that each method differs in the features which include not only a constructive component, but also a set of the physical and chemical processes considerably influencing on mixture burning process. This research will become the base for receiving empirical indicators when carrying out experiment.

Keywords: Conventional engine; Water-fuel emulsion; Exhaust gases; Efficiency

