

УДК 62-12, 62-121, 62-129.3

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПОРШНЕВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Зуев А.А., к.т.н,

Степанов П.П., инж.,

Панкова А.И. инж.,

Кольцов Н.П., к.с.х.н.

*Таврический государственный агротехнологический университет*

Тел. (0619) 42-04-42

**Аннотация** – в статье рассмотрены тенденции и перспективы развития поршневых двигателей внутреннего сгорания.

**Ключевые слова** – двигатель внутреннего сгорания, альтернативные двигатели.

*Постановка проблемы.* Поршневые, газотурбинные и жидкостно-реактивные двигатели производят более 60% всей вырабатываемой человечеством энергии. Несмотря на существование многочисленных альтернативных вариантов – атомных реакторов, топливных элементов, солнечных батарей и т. д., львиная доля полезной работы производится установками, в основе которых лежат идеи столетней давности.

Сейчас поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) остаются самым распространенным классом тепловых машин. За год их выпускают в мире более 40 млн. Они используются в большинстве транспортных средств, реже – в энергоустановках.

Преимущество поршневых ДВС в том, что они обеспечивают большой крутящий момент при различных скоростях вращения мотора и различных режимах съема с него мощности. О недостатках существующих двигателей внутреннего сгорания (ДВС) известно всем – это и кривошипно-шатунный механизм, и большая масса, и достаточно тонкая настройка системы впуска/зажигания, глушителей (например, правильно настроенный резонансный глушитель повышает мощность ДВС до 30%), четырехтактность (из 4 ходов поршня только один является "рабочим", остальные 3 "холостыми"), и многое другое.

Кроме того, несмотря на все ухищрения конструкторов, эти двигатели остаются одними из основных загрязнителей окружающей среды: топливо в цилиндре не сгорает полностью – и этот недостаток невозможно ликвидировать ни с помощью компьютерного управления,

ни путем дожигания выхлопных газов.

Еще один распространенный тип ДВС – газотурбинные двигатели (ГТД). Струя пара или продуктов горения топлива истекает из сопла на лопасти турбины, вызывая ее вращение. Коэффициент полезного действия (КПД) таких двигателей достигает 90%. Однако значительную часть (до 60%) вырабатываемой механической энергии приходится расходовать на привод компрессора, который сжимает поток воздуха, поступающего в камеру сгорания для ее же охлаждения и для увеличения полноты сгорания топлива. Высок в таких двигателях и удельный эффективный расход топлива: 300-400 г/кВт·ч. К тому же чем меньше турбина, тем выше ее обороты, – и следовательно, нужна громоздкая система редукторов. Поэтому изготовление ГТД экономически невыгодно, если его мощность составляет менее 110 кВт. Это ограничивает область применения ГТД, и они крайне редко используются в качестве автомобильных моторов. С другой стороны, они незаменимы в стационарной энергетике и авиации, где необходимо производство таких мощностей, получение которых на поршневых силовых устройствах было бы экономически нецелесообразным.

Если считать КПД главным критерием определения эффективности двигателей, то дальше создания жидкостных реактивных двигателей (ЖРД) идти было уже некуда. Топливо сгорает в камере полностью при температуре в тысячи градусов. Это обеспечивает максимальный КПД при самом чистом выхлопе рабочего тела, создающего реактивную тягу. Но по ряду причин – высокой температуры выхлопных газов, крайне низкого ресурса самого двигателя и, главное, экономической нецелесообразности использования при небольших мощностях – сфера применения ЖРД ограничивается ракетно-космической техникой.

*Анализ последних исследований.* Таким образом, самый экономичный двигатель – это двигатель, использующий силу давления расширяющегося газа до полного его расширения (при этом предварительно топливная смесь сжимается перед зажиганием), а не тот что использует давление струи газа на лопасти турбины. Платой за этот принцип является большая масса машины (поршни, массивный цилиндр и т.д.). Обычно для увеличения КПД ДВС стараются лучше сжечь топливо. Для этого используют по две свечи зажигания на цилиндр, компьютерное управление, специальную поверхность поршня и т.д.[3]

Это первый путь (полное сгорание смеси), остальные нацелены на изменение самой конструкции ДВС, основные принципы: большее сжатие, устранение кривошипно-шатунного механизма, разработка однотактного двигателя, простое вращательное движение, непрерывное горение.

Наиболее известный альтернативный ДВС – это роторно-поршневой двигатель Ванкеля, изобретенный в 1957 году. Особенность двигателя — применение вращающегося ротора (поршня), размещенного

внутри цилиндра, поверхность которого выполнена по эпитрохоиде. Установленный на валу ротор жестко соединён с зубчатым колесом, которое входит в зацепление с неподвижной шестерней. Ротор с зубчатым колесом как бы обкатывается вокруг шестерни. Его грани при этом скользят по эпитрохоидальной поверхности цилиндра и отсекают переменные объёмы камер в цилиндре. Такая конструкция позволяет осуществить 4-тактный цикл без применения спец. механизма газораспределения. Герметизация камер обеспечивается радиальными и торцевыми уплотнительными пластинами, прижимаемыми к цилиндру центробежными силами, давлением газа и ленточными пружинами. Смесеобразование, зажигание, смазка, охлаждение, запуск принципиально такие же, как и у обычного поршневого ДВС.

Менее распространенными и известными альтернативными ДВС можно считать двигатели, предложенные А. Абрамовым [1] и В. Соколовым [2].

Кроме того, одновременно с Ванкелем другой инженер, Баландин, предложил свою версию "бесшатунника", в котором улучшились условия работы поршня, резко увеличился ресурс пары трения "поршневое кольцо – гильза цилиндра", но при этом слабым местом с точки зрения надежности оказался механизм преобразования линейного движения во вращательное.

*Цель статьи.* Обобщить преимущества нетрадиционных видов ДВС.

*Перечислим основные преимущества, которыми располагают бесшатунные ДВС.* 1. Компоновка бесшатунного двигателя позволяет значительно сократить объем моторного отсека за счет рационального расположения узлов и деталей двигателя.

2. Взаимное сочетание газовых сил и сил инерции приводит к значительному уменьшению результирующих сил, нагружающих кинематические звенья, что позволяет увеличить механический КПД двигателя.

3. Двигатель частично или полностью освобождается от вращающегося маховика, т.к. движущиеся массы поршней с крейцкопфами представляют собой единый поступательно движущийся маховик.

4. В бесшатунном двигателе, чем больше масса поршней со штоками и крейцкопфами, тем и чем выше обороты двигателя (в известных пределах), тем меньше нагрузка на подшипники, в тронковом двигателе – наоборот.

5. Количество функций, возложенных на рабочие поршни уменьшается, (поршни перестают быть парами трения), соответственно надежность их работы увеличивается.

6. Допускается возможность организации рабочего процесса в двигателе по обе стороны рабочего поршня или использования подпоршневого пространства для компрессорного наддува.

7. Появляется возможность улучшения системы охлаждения поршней – прокачиванием масла через поршневые штоки и поршни для их эффективного охлаждения.

8. Становится возможным для прямолинейно движущихся поршней применить лабиринтный вид уплотнений с полным или частичным отказом от поршневых колец.

Представляют также большой интерес двигатели с внешним подводом теплоты (ДВПТ), в которых в принципе применим любой источник теплоты. История ДВПТ насчитывает уже более 175 лет (первый промышленный ДВПТ был изготовлен еще в 1818 году); до конца XIX эти двигатели серийно выпускались многими заводами и широко использовались в ряде отраслей промышленности [3]. Более надежные и экономичные двигатели внутреннего сгорания позднее вытеснили ДВПТ, однако, дефицит нефтяных топлив, который особенно остро ощущают и актуален на Украине, может существенно изменить отношение к ДВПТ, особенно если удастся устранить причины, воспрепятствовавшие их широкому применению во второй половине двадцатого столетия, когда стали доступными долговечные материалы для нагревателей рабочего тела.

*Выводы.* Необходимо продолжать исследования в области беспатентных ДВС и ДВПТ, внедрять в производство наиболее удачные конструкции этих двигателей.

#### Литература

1. Савушкин М.В. В поисках двигателя идеальной схемы / М.В. Савушкин // Моделист конструктор. – 1990. – № 1. – С. 9–12.
2. Соколов В. Тепловой двигатель с круговым поступательным движением кольцевого поршня / В. Соколов // Двигатель. – 2002. – №4. – С. 37–40.
3. Двигатели Стирлинга / [Под ред. В.М. Бродянского]. – М.: Мир, 1975. – 478 с.

### **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПОРШНЕВИХ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ**

Зуєв О.О., Степанов П.П., Панкова А.І., Кольцов М.П.

*Анотація* – у статті розглянуто тенденції та перспективи розвитку поршневих двигунів внутрішнього згорання.

### **PROSPECTS OF DEVELOPMENT OF THE INTERNAL COMBUSTION ENGINE**

O. Zuev, P. Stepanov, A. Pankova, M. Koltsov

#### *Summary*

Tendencies and prospects of development of internal combustion engines are considered in the article.