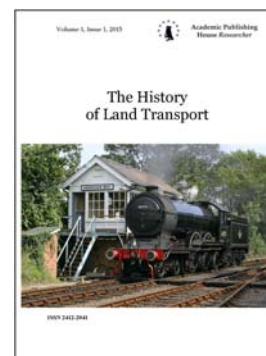


Copyright © 2015 by Academic Publishing House *Researcher*



Published in the Russian Federation  
The History of Land Transport  
Has been issued since 2015.  
ISSN: 2412-2041  
Vol. 1, Is.1, pp. 31-34, 2015

DOI: 10.13187/hlt.2015.1.31  
[www.ejournal38.com](http://www.ejournal38.com)



UDC62

### The Study of Characteristics of Six-Stroke Engine

<sup>1</sup> KirillV. Koksharov

<sup>2</sup> AlekseiN. Terentev

<sup>1-2</sup> Izhevsk state technical university, Russian Federation

#### Abstract

In today's world, when there is the development of technology and the automotive industry in whole, the important question is about getting more power from the internal combustion engine, while not increasing its volume. One way to achieve this is to make the engine six. This unusual decision has its advantages and disadvantages. During the research work deals with the calculation of the six-stroke engine, which uses the excess heat in the working medium. Extensive calculation of each workflow. We present graphical dependence of the volume, pressure and temperature on the angle of rotation of the crankshaft, set the indicator parameters and effective performance of the engine.

**Keywords:** characteristics, six-stroke engine.

#### Введение

Температура газов в камере сгорания четырехтактного ДВС Отто достигает 2000 °С. Внутренние стенки цилиндра и рабочая поверхность поршня нагреваются до 1500 °С. Часть тепловой энергии уходит из камеры сгорания на четвертом такте вместе с выхлопными газами. Чтобы быстро отвести тепло и охладить камеру сгорания до оптимальной температуры, применяется мощная система охлаждения, неисправность которой грозит поломкой двигателя. Перегрев – проклятие автомехаников, работающих с высокооборотными спортивными моторами. Температура внутри кокпита гоночного болида во время заездов достигает 70 °С, а некоторые узлы двигателя раскаляются докрасна. Выходит, что автомобиль куда более эффективен в качестве калорифера, нежели в качестве транспортного средства.

Вместо того чтобы отводить от мотора и рассеивать в атмосфере избыточное тепло, его можно заставить совершать полезную работу. В концепции Отто не хватает еще двух тактов – рабочего и холостого. Но источником энергии для них должна служить не очередная порция топливовоздушной смеси, а избыточная температура. В качестве рабочего тела применяется простая вода. При атмосферном давлении вода, превращаясь в пар, увеличивает свой объем в 1600 раз и обладает колоссальной энергией. Появление этой энергии способствует увеличению мощности двигателя примерно на 40%. И избавляет от необходимости установки системы охлаждения. Данная концепция называется циклом Кроуэра, в честь первого создателя шеститактного двигателя. Эта концепция идеально подходит для решения несущих проблем с перегревом.

## Результаты

Преимущества шеститактного двигателя перед традиционными четырехтактными ДВС очевидны. Во-первых, радикально решается проблема эффективного охлаждения внутренних стенок камеры сгорания и специальная система охлаждения весом более 100 кг оказывается не у дел. Отсутствие радиатора позволяет дизайнерам уменьшить коэффициент аэродинамического сопротивления кузова автомобиля за счет отказа от воздухозаборников и решетки радиатора. А это один из самых существенных факторов, влияющих на расход топлива при скоростях выше 60 км/ч.

Во-вторых, внутреннее охлаждение позволяет существенно, на 30–50%, форсировать двигатель по степени сжатия, избежав при этом детонации. Степень сжатия для бензиновых модификаций может быть увеличена до 14–16:1, а для дизельных – до 25–35:1. Это резко повышает эффективность сгорания топливовоздушной смеси (на 40% по сравнению с циклом Отто), тем самым улучшая экологические характеристики двигателя. Размеры и масса мотора могут быть снижены без ущерба для динамики авто.

Два рабочих такта из шести в цикле Кроуэра позволяют значительно снизить скорость вращения коленвала и получить ровную и насыщенную «полку» крутящего момента с самых низких оборотов. Двигатель может отлично работать на низкокачественном дешевом топливе без антидетонационных присадок. Топливом могут служить биоэтанол, дизель, природный газ и даже топочный мазут. Относительно низкий температурный режим в камере сгорания резко снижает образование вредной двуокиси азота. А между тем системы фильтрации и нейтрализации двуокиси азота в современных автомобилях весьма дорогостоящи. Имеются также предположения, что горячий пар может предотвращать появление нагара на клапанах и стенках камеры сгорания, очищая их во время «парового» такта подобно пароочистителю. Но для подтверждения этого эффекта требуются длительные испытания прототипа.

Концепция 6-тактного двигателя с «паровым» рабочим тактом может быть модифицирована и дополнена за счет углубленного исследования термодинамики процесса. Кажется перспективной установка на двигатель турбокомпаунда – системы, в которой вслед за турбиной нагнетателя в выпускном тракте следует силовая турбина, сообщающая дополнительный крутящий момент коленчатому валу двигателя посредством гидромукты. Турбокомпаунд мог бы повысить эффективность работы двигателя еще на 10–15%. Некоторые специалисты, анализировавшие концепцию 6-тактного ДВС с впрыском воды, отмечают, что теоретически возможны даже два последовательных паровых такта. Если это подтвердится в ходе испытаний, то такой двигатель может стать уже 8-тактным и еще более экономичным.

Разумеется, концепция Кроуэра не лишена недостатков. Основная проблема – это замерзание воды зимой. Добавление антифриза может негативно сказаться на эффективности испарения и экологических параметрах двигателя. Проблему могла бы решить термоизоляция водяного резервуара и его предварительный подогрев от аккумулятора. Но как быть, если автомобиль длительное время находится на открытом воздухе?

Другая проблема – необходимость установки на автомобиле дополнительного оборудования для хранения и конденсации воды. Правда, масса его обещает быть незначительной: в рабочем контуре пар и вода будут находиться при атмосферном давлении и максимальной температуре чуть более 100 °С, что позволяет использовать вместо металла легкие пластмассы. Не исключено, что часть воды будет попадать в моторное масло и это потребует установки специального сепаратора для ее отделения. Впрочем, давно отработанные технологии смазки паровых турбин для нужд энергетики имеют целый ряд готовых решений этой проблемы. Для изготовления клапанов, поршня и гильзы цилиндра, скорее всего, потребуются нержавеющие материалы, в частности керамика.

Двигатель не может работать полноценно сразу после запуска – ему нужно время для разогрева рабочих поверхностей камеры сгорания до 450–500 °С. Несколько минут он работает как обычный 4-тактный ДВС, а затем переходит на полный рабочий цикл. Перед остановкой мотор тоже должен некоторое время поработать в 4-тактном режиме для полного удаления пара из цилиндра. Разумеется, вода должна быть дистиллированной: при использовании обычной на седле клапана со временем образуется твердая накипь, обладающая высокими абразивными свойствами. При серийном производстве двигателей цикла Кроу-

эрапридется наладить целую инфраструктуру производства и реализации дистиллированной воды.

В процессе выполнения работы был проведён обширный и точный тепловой расчёт шеститактного двигателя с построениями всех диаграмм и графиков.

### **Заключение**

На основании проведённого исследования предлагается шестицилиндровый рядный двигатель рабочим объёмом 2998 см<sup>3</sup>. Двигатель имеет следующие технико-экономические характеристики. Номинальная мощность  $N_e = 126,6$  кВт, что примерно равняется 172,13 л.с. Эффективный удельный расход топлива –  $g_e = 806,874$  г/кВт·ч. Средний расход воды – 1 л/мин.

### **Примечания:**

1. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. М.: Высшая школа, 2002. 496с.
2. Двигатели внутреннего сгорания. В 3-х кн. Кн. 2. Динамика и конструирование. [под ред. В.Н. Луканина]. М.: Высшая школа, 1995. 319с.
3. Автомобильные двигатели. [под редакцией М.С. Ховака]. М.: Машиностроение, 1977. 591 с.
4. Гаврилов А.А., Игнатов М.С.Эфрос В.В. Расчет циклов поршневых двигателей. Учебное пособие. Владимир Владим. гос. ун-т. 2003. 124 с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя Т. 3. М.: Машиностроение, 1992. 563 с.
6. Патрахальцев Н.Н., Савастенко А.А. Форсирование двигателей внутреннего сгорания наддувом. М.: Легион-Автодата, 2004. 176с.
7. Петриченко Р.М. Физические основы внутрицилиндровых процессов в двигателях внутреннего сгорания. Учеб.пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 244 с.
8. Хитрин Л.Н., Основы горения углеводородных топлив. Учеб.пособие. Издательство иностранной литературы. 1960. 647с.
9. Умняшкин В. А., Сазонов В. В., Филькин Н. М. Эксплуатационные свойства автомобиля: Учеб.пособие. Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2002. 180 с.: ил.

### **References:**

1. Kolchin A.I., Demidov V.P. Raschet avtomobil'nykh traktornykh dvigatelei. M.: Vysshayashkola, 2002. 496s.
2. Dvigatelivnutrennegosgoraniya. V 3-kh kn. Kn. 2. Dinamikaikonstruirovaniye. [pod red. V.N. Lukanina]. M.: Vysshayashkola, 1995. 319s.
3. Avtomobil'nyedvigateli. [podredaktsiei M.S. Khovaka]. M.: Mashinostroenie, 1977. 591 s.
4. Gavrilov A.A., Ignatov M.S.Efros V.V. Raschettsiklovporschnevnykh dvigatelei. Uchebnoeposobie. Vladimir Vladim. gos. un-t. 2003. 124 s.
5. Anur'ev V.I. Spravochnik konstruktora-mashinostroitelya T. 3. M.: Mashinostroenie, 1992. 563 s.
6. Patrakhal'tsev N.N., Savastenko A.A. Forsirovaniedvigateleivnutrennegosgoraniyanaddu-vom. M.: Legion-Avtodata, 2004. 176s.
7. Petrichenko R.M. Fizicheskieosnovyvnutritsilindrovnykh protsessov v dvigatelyakhvnutrennegosgoraniya.Ucheb.posobie. L.: Izd-voLeningr. un-ta, 1983. 244 s.
8. Khitrin L.N., Osnovy goreniyauglevodorodnykh topliv. Ucheb.posobie. Izdatel'stvo inostrannoiliteratury. 1960. 647s.
9. Umnyashkin V. A., Sazonov V. V., Fil'kin N. M. Eksploatatsionnyesvoistvaavtomobilya: Ucheb. posobie. Izhevsk: Izd-voIzhGTU, 2002. 180 s.: il.

УДК 62

**Исследование характеристик шеститактного двигателя**<sup>1</sup> Кирилл Владимирович Кокшаров<sup>2</sup> Алексей Николаевич Терентьев<sup>1-2</sup> Ижевский государственный технический университет, Российская Федерация

**Аннотация.** В современном мире, когда идет развитие техники и автомобильной промышленности в целом, актуально стоит вопрос о получении большей мощности от двигателя внутреннего сгорания, при этом, не увеличивая его объём. Один из способов достичь этой цели – сделать двигатель шеститактным. Такое нестандартное решение имеет свои преимущества и недостатки. В ходе исследовательской работы рассматривается расчёт шеститактного двигателя, который использует избыточное тепло в качестве рабочего тела. Проводится обширный расчёт каждого рабочего процесса. Приводятся графические зависимости объёма, давления и температуры от угла поворота коленчатого вала, устанавливаются индикаторные параметры и эффективные показатели двигателя.

**Ключевые слова:** характеристики, шеститактный двигатель.