

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) Всемирная Организация
Интеллектуальной Собственности
Международное бюро



WIPO | РСТ



(10) Номер международной публикации
WO 2013/077776 A2

(43) Дата международной публикации
30 мая 2013 (30.05.2013)

- (51) Международная патентная классификация:
Неклассифицировано
- (21) Номер международной заявки: PCT/RU2012/001102
- (22) Дата международной подачи:
24 декабря 2012 (24.12.2012)
- (25) Язык подачи: Русский
- (26) Язык публикации: Русский
- (30) Данные о приоритете:
2011146256 16 ноября 2011 (16.11.2011) RU
- (72) Изобретатель; и
- (71) Заявитель : ИСАЕВ, Игорь (ISAEV, Igor) [RU/RU];
ул. Ставропольская, 80-228, Краснодар, 350033,
Krasnodar (RU).
- (81) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида национальной охраны): AE, AG, AL, AM,
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP,
KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD,
ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,

NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU,
RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ,
TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA,
ZM, ZW.

- (84) Указанные государства (если не указано иначе, для
каждого вида региональной охраны): ARIPO (BW, GH,
GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ,
UG, ZM, ZW), евразийский (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU,
TJ, TM), европейский патент (AL, AT, BE, BG, CH, CY,
CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE,
SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA,
GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Опубликована:

- без отчёта о международном поиске и с повторной
публикацией по получении отчёта (правило 48.2(g))
- с информацией о просьбе восстановления прав на
приоритет в отношении одного или более одного
притязания на приоритет; решение Получающего
ведомства о восстановлении ещё не принято и
должно быть повторно опубликовано после принятия
решения (правила 26bis.3 и 48.2(j))

(54) Title: SIX-STROKE ROTARY ENGINE AND OPERATING METHOD THEREOF

(54) Название изобретения : ШЕСТИТАКТНЫЙ РОТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ

(57) Abstract: The design of the engine device and the operating method thereof are based on two innovative technical solutions, the first concerning the optimal execution of the strokes (operating processes) of the engine, and the second concerning the implementation of an improved system for converting the pressure of the working gases into the rotation of the main working shaft of the engine. Concerning the optimal execution of the strokes (operating processes) of the engine, a separate "combustion-formation of a high-pressure working medium" stroke of the operating process is isolated from the combined "combustion-expansion" stroke (in traditional ICEs) in which two different operating processes occur simultaneously. This additional fifth stroke is carried out in a separate combustion chamber with a fixed volume. A novel sixth operating stroke is also added, in which water is fed into an expansion segment for conversion into steam in order to increase the quantity and pressure of the working medium. Concerning the implementation of an improved system for converting the pressure of the working gases into the rotation of the main working shaft of the engine, maximum use is made in the present invention of the lever rule, based on the geometry and dynamics of a cylindrical rotor with working vanes which is continually rotating under the pressure of the working gases.

(57) Реферат: В основу конструкции устройства двигателя и способа работы двигателя положено два новаторских технических решения: - в области осуществления оптимального осуществления тактов (технологических процессов) двигателя; - в области реализации совершенной схемы превращения давления рабочих газов во вращение главного рабочего вала двигателя; В области осуществления оптимального осуществления тактов (технологических процессов) двигателя совершенно выделение из совмещенного (для традиционных ДВС) такта «горение- расширение», в котором осуществляются сразу два разных технологических процесса, в отдельный такт технологического процесса «горение- образование рабочего тела высокого давления». Этот дополнительный 5-й такт осуществляется в отдельной камере сгорания неизменного объема. Так же введен новый 6-й технологический такт - подача воды в сегмент расширения для превращения ее в пар, с целью увеличения количества и давления рабочего тела., В области реализации совершенной схемы превращения давления рабочих газов во вращение главного рабочего вала двигателя, в данной конструкции реализовано максимальное использование правила рычага исходя из геометрии и динамики непрерывно вращающегося под напором давления рабочих газов цилиндрического ротора с рабочими лопастями.



WO 2013/077776 A2

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ:

ШЕСТИТАКТНЫЙ РОТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ.

Область техники: Изобретение относится к области двигателестроения, его возможно применять везде, где используются двигатели внутреннего сгорания.

Уровень техники: В настоящее время наиболее широко в качестве стационарных энергоустановок и силовых приводов транспортных средств используются поршневые, заметно реже роторные (системы Ванкеля) двигатели внутреннего сгорания (ДВС) или газовые турбины (ГТ). Классические поршневые ДВС двухтактного и четырехтактного цикла известны с 60-х и 70-х годов XIX века (С. Балдин, «Двигатели внутреннего горения», Прага, Имка-пресс, 1923г). Подвижный цилиндрический поршень совершает линейные возвратно-поступательные движения внутри неподвижного цилиндра. Поршень соединен шатуном с коленчатым валом. При горении предварительно сжатой смеси паров топлива и воздуха в герметично замкнутом пространстве между поршнем и цилиндром за счет повышения давления горячих газов осуществляется одновременное с процессом горения линейное рабочее движение поршня, которое кривошипно-шатунным механизмом превращается во вращательное движение коленвала и возвратно-поступательное движение самого поршня.

Рабочий цикл, например, 4-х тактных двигателей состоит из последовательных технологических этапов - тактов: всасывание (впуск) рабочей смеси, сжатие рабочей смеси, воспламенение рабочей смеси с расширением рабочего тела (собственно рабочий ход), выпуск отработавших газов. Каждый такт – технологический процесс реализуется за одно движение вверх или вниз поршня в цилиндре и занимает половину оборота коленчатого вала двигателя. Т.е. из 4 тактов, за 2 оборота коленчатого вала, рабочим - что совершает работу и развивает полезную мощность, оказывается лишь один – рабочий ход, т.е. такт «горение-расширение». Он развивается на протяжении 0,5 части кругового оборота вала из 2-х оборотов полного рабочего цикла, т.е. рабочий ход составляет 0.25 часть от каждого оборота вала.

Известны конструкции роторных двигателей с планетарным движением рабочего элемента, из которых наиболее известен роторный двигатель Ф. Ванкеля и В.Фреде, созданный в 1957 году (Г.С. Маджуга, В.Х. Подойница, "Роторно-поршневые двигатели внутреннего сгорания", Москва. "Знание", 1964г). Треугольный ротор обкатывается вокруг зубчатого колеса закрепленного на боковой крышке двигателя, сцепляясь с ним внутризубчатым венцом, при этом вершины угла ротора скользят по эпитрахоиде – внутренней поверхности рабочей камеры двигателя, которая имеет форму двух сопряженных цилиндров. При вращении ротора между стенками корпуса и гранями ротора происходит последовательное изменение объемов, т.е. происходят последовательно процессы сжатия – расширения четырехтактного двигателя.

Так же с 17-го века известны роторные двигатели с уплотнительными лопатками (роторно-лопастные), современный вариант схемы подобной машины в 1911 году разработал А. Цоллер как «роторный компрессор», («Ротационные пневматические двигатели» С.Б. Зеленецкий, Е.Д. Рябков, А.Г. Микеров, Ленинград, «Машиностроение», Ленинградское отделение, 1976г). В круглой или овальной камере корпуса расположен ротор, ось вращения которого смещена

относительно центра цилиндрической поверхности корпуса. В теле ротора размещены подвижные лопасти, которые могут по радиальным направлениям выдвигаться и упираться краями в стенки корпуса. Разница высоты выдвижения соседних лопастей приводит к разнице их площади, поэтому при подаче внутрь пространства между соседними лопастями давления, возникает движущая сила в сторону лопатки с большей площадью, которая и вращает ротор. Однако из-за принципиальных недостатков этой конструкции, на базе данного принципа до сих пор так и не создано качественно работающего ДВС, хотя пневматические моторы, реализующие этот принцип, работают давно и успешно.

С 1791 года известен принцип газовой турбины (Г. Гюльднер «Газовые, нефтяные и прочие двигатели внутреннего сгорания», Москва, Типо-литография товарищества Кушнерев и Компания, 1907г). В такой схеме тепловой машины, рабочие газы горящего топлива, вырывающиеся из камеры сгорания через сопло, попадают на лопатки колеса турбины и приводят ее в движение.

Поршневые двигатели при относительно высоком КПД и хорошем моторесурсе имеют сложную конструкцию из-за наличия кривошипно-шатунного механизма с большим количеством знакопеременных инерционных нагрузок и возвратно-поступательных движений, сложный газораспределительный механизм с его приводом, невысокую удельную мощность и ограничения по наращиванию количества оборотов и силы крутящего момента.

Роторные двигатели Ванкеля и Фреде обладают высокой удельной мощностью при относительно простой конструкции, но имеют высокий уровень температуры и токсичности выхлопных газов, как и большую теплонапряженность и скорость износа основных деталей, обладают высоким расходом топлива и не обладают преимуществом по величине крутящего момента, перед поршневыми моторами, а также имеют сложные в изготовлении главные детали.

Недостатками турбин при их высокой мощности являются низкая экономичность и малая приемистость, высокие требования к жаропрочности материалов, как и невозможность создать турбину малых массо-габаритных параметров с хорошими тактико-техническими характеристиками.

Низкий КПД существующих двигателей внутреннего сгорания связан, прежде всего, с совмещением двух разных тактов (технологических процессов): такта «горение- образование рабочего тела» и такта «расширение рабочего тела» в одном объединенном такте «горение – расширение». О таком одном объединенном такте два разных процесса осуществляются плохо и не полноценно.

Расширение в условиях процесса горения ставит механизм, в котором осуществляется такой процесс расширения, в экстремальные условия работы, а горение в условиях резкого расширения – при уменьшающемся давлении и падающей температуре – осуществляется не полным образом.

В итоге, для осуществления такого компромиссного варианта течения разных по сути физических процессов в одном такте, существующие двигатели приходится охлаждать и мириться с отведением на выхлоп отработавших газов горения с очень высокой температурой и наличием паров не сгоревшего топлива. При этом - тепловой баланс современного двигателя внутреннего сгорания в среднем варианте конструктивного исполнения выглядит так:

30% - тепло, переводимое в полезную работу;

30 % - тепло, отводимое через систему охлаждения;

40% - тепло, отводимое с выпуском отработавших газов горения;

Т.е. средний термодинамический КПД современных двигателей внутреннего сгорания не превышает 30%.

Ближайшим аналогом заявляемого автором изобретения **ШЕСТИТАКТНЫЙ РОТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ**, является конструкция **«РОТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ» (Rotary internal combustion engine)**, патент на изобретение США №3,699,930, который является попыткой сконструировать роторный двигатель внутреннего сгорания с простым вращением рабочих элементов и отдельными секциями сжатия и расширения рабочего тела. Конструкция изобретения – ближайшего аналога, базируется на известной схеме двигателя Беймана (см. Е.И. Акатов, В.С. Бологов и др. «Судовые роторные двигатели». Ленинград, «Судостроение», 1967г., стр. 34). Который, в свою очередь, базируется на схеме парового двигателя Н.Тверского (Записки Императорского Русского Технического общества, 1885г. №3, стр.58). Роторный двигатель – ближайший аналог заявляемого изобретения содержит в корпусе два технологических блока в виде роторных секций, каждый в своей полости. К каждой полости вращается ротор с двумя лопастями и имеется по два запорных барабана. Первый технологический блок (роторная секция) является секцией сжатия рабочей смеси (компрессор), а второй технологический блок (роторная секция) является секцией сгорания – расширения (силовая машина или силовая роторная секция).

Каждый технологический блок работает за счёт изменения объёмов сжатия или расширения, образующихся при вращении роторов и запорных барабанов. За счёт такого вращения роторов между лопастями ротора и поверхностями запорных барабанов образуются сегменты переменного объёма.

Совпадающими существенными признаками между заявляемым изобретением и рассматриваемым ближайшим аналогом является разделение конструкции двигателя на разные технологические полости – камеры (роторные секции), где отдельно происходят процессы впуска - сжатия и расширения- выпуска рабочего тела. Так же совпадающими признаками являются основные рабочие элементы двигателей - вращающиеся роторы, выполненные в виде дискообразных элементов с поршневыми лопастями, один из которых в своей секции сжимает свежий заряд рабочей смеси, а другой - преобразует давление рабочих газов горения (рабочего тела) в механическое вращательное движение, как и работа в паре с каждым ротором запорных барабанов с полостями для пропуска вращающейся лопасти.

Причинами, препятствующими в рассматриваемом аналоге достижению высокого технического результата, являются следующие конструктивные просчеты:

- в указанной конструкции предлагается совмещать в одном из тактов два технологических процесса: процесс горения сжатой рабочей смеси и процесс расширения газов горения;

- в указанной конструкции предлагается впрыскивать сжатую смесь из роторной секции сжатия в роторную секцию расширения силовой машины в момент непрерывного и скоростного увеличения объёма её сегментов расширения. Это

приведет к тому, что рабочая смесь, из-за мгновенной потери давления и степени сжатия в быстро расширяющемся объеме сегментов расширения, будет очень трудно поджигаться и плохо (не полностью) сгорать, ибо даже первоначальный этап горения должен будет происходить на линии мощного расширения объема камеры «сгорания – расширения». В обычных поршневых двигателях для борьбы с трудностями поджига и горения сжатой рабочей смеси на такте «расширения – рабочего хода» применяют «раннее зажигание» - когда смесь поджигается искрой еще на завершающем этапе такта сжатия, до достижения в такте сжатия Верхней Мертвой Точки. В конструкции ближайшего аналога такой возможности «раннего зажигания» не представляется возможным по чисто конструктивной компоновке и динамической схеме работы мотора, поэтому и указанный недостаток может оказаться совершенно непреодолимым на пути создания реально работающего мотора по этой схеме;

- в указанной конструкции большой (во многом непреодолимой) трудностью для осуществления реальных процессов газообмена оказывается большая длина канала перепуска сжатой рабочей смеси из сегмента сжатия компрессорной роторной секции в сегмент расширения силовой роторной секции. При такой компоновке указанного двигателя коротким канал перепуска сделать невозможно. По предварительным расчетам объем такого канала оказывается величиной до $2/3$ от объема сегмента сжатия, то есть основной процесс расширения сжатой Рабочей Смеси будет происходить не в сегменте расширения силовой роторной секции, а в канале – газоведе перепуска. Следовательно – в сегмент расширения силовой роторной секции Рабочей Смесь будет оказываться под малым давлением и тем более плохо поджигаться и гореть на линии скоростного расширения. Попытка уменьшить потери на расширение объема в канале перепуска за счет уменьшения его диаметра приведут к большим газодинамическим потерям на трение газов в узком и длинном канале, при всё тех же заметных потерях давления сжатого заряда Рабочей Смеси в этом канале при перепуске;

- в указанной конструкции элементами, которые производят процесс запираания и отпираания объемов сегментов сжатия компрессорной роторной секции и сегментов расширения силовой роторной секции, оказываются проточки –«ручьи» на торцевых поверхностях роторов обеих роторных секций. Это решение крайне неудачное, так как при короткой длине этих проточек- «ручьев» они не смогут обеспечивать процессы газообмена на всей длине хода лопастей роторов в сегментах силовой роторной секции, что будет резко ухудшать термодинамический КПД двигателя. А при значительной длине таких проточек –«ручьев», которые будут обеспечивать полноценные процессы газообмена, большая длина этих проточек –«ручьев» будет оказываться значительным «мертвым объемом», в котором сжатые газы, при перепуске из одной роторной секции в другую, будут бесполезно расширяться и терять свою степень сжатия;

- потери давления при перепуске сжатой Рабочей Смеси из одной роторной секции в другую в двух несовершенных сконструированных элементах двигателя – ближайшего аналога:

А) в длинных каналах - газоведах, устроенных в перегородке между роторными секциям;

В) в длинных каналах - газоведах, устроенных на торцевых поверхностях роторов;

будут приводить к тому, что эти два элемента перепускного тракта, соединяясь в один канал большой длины и значительного объема, будут составлять до 80% от объема сегмента сжатия. Следовательно, расширение сжатой Рабочей Смеси в мертвом пространстве этого канала будет «съедать» львиную долю степени сжатия и давления сжатия. По этой причине заряд сжатой Рабочей Смеси в секторе расширения, где он должен поджигаться, будет оказываться с минимальным избыточным давлением, и это делает практически невозможным его поджиг на линии скоростного расширения и дальнейшее горение;

- в указанной конструкции на роторах устроены по три лопасти, а запорных барабанов в роторных секциях устроено по два, и каждый запорный барабан имеет по две пропускные выемки, где будут проходить лопасти роторов. Из этого следует, что боковые цилиндрические поверхности роторов и запорных барабанов должны двигаться с разными линейными скоростями и на линии их контакта будет происходить трение – скольжение, что будет требовать активной смазки этих поверхностей;

- в указанной конструкции на роторах устроены по три лопасти, а запорных барабанов в роторных секциях устроено по два, и каждый запорный барабан имеет по две пропускные выемки, где будут проходить лопасти роторов. Из этого следует, что во время вращения роторов между их лопастями в определенные моменты времени будут образовываться «мертвые зоны» когда газы горения высокого давления, будут зажаты между двумя соседними лопастями ротора (в силовой роторной секции) и не будут производить полезную работу расширения. То же самое можно сказать и о компрессорной роторной секции: там в рабочих процессах будет на каждый оборот такой период, когда рабочая смесь будет зажата между соседними лопастями ротора и над ней не будет происходить работа сжатия. Наличие таких зон на каждый оборот вала в обеих роторных секциях будет значительно снижать КПД рассматриваемого ближайшим аналогом двигателя

Сущность изобретения: Задачей изобретения, которая реализована в этой конструкции, является создание компактного высокоэффективного двигателя внутреннего сгорания, с КПД более 50 %, в котором соединены следующие образцы высоких технических достижений, каждое из которых самостоятельно уже является значительной технической задачей:

- впервые реализована возможность полноценного сгорания сильно сжатой Рабочей Смеси в отдельной от сегмента расширения герметично запираемой камере сгорания, которая запирается для процесса сгорания на значительный срок,

что позволяет рабочей топливной смеси сгорать полностью при нарастающей температуре и увеличивающемся давлении (изохорный процесс). Камера сгорания закрыта для горения в этом режиме рабочей смеси примерно 30 градусов по пути вращения главного вала при исполнении двигателя с двумя запорными барабанами;

- появляется возможность просто и естественно встроить в технологический цикл двигателя водно-паровую составляющую, которая будет превращать в работу водяного пара высокого давления высокую температуру газов горения в сегменте расширения и высокую температуру нагрева поверхностей, при этом значительно снижая и температуру выхлопных газов и конструктивных элементов двигателя;

- совмещение в одном непрерывном вращательном движении нескольких главных конструктивных элемента двигателя – роторов с рабочими лопастями, расположенных на одном рабочем валу, и согласованном с ними непрерывном вращательном движении запорных барабанов, одновременно многих вспомогательных и рабочих тактов за один оборот рабочего вала;

- технологические процессы (такты):

- 1) - такт «впуск» - впрыск или всасывание рабочей смеси;
- 2) - такт «сжатие» - сжатие рабочей смеси;
- 3) - такт «горение» - горение рабочей смеси и образование рабочих газов горения высокого давления (рабочего тела);
- 4) - такт «подача воды» – впрыск или всасывание воды для образование пара;
- 5) - такт «расширение» - расширение рабочего тела (рабочих ход);
- 6) - такт «выпуск» - выпуск отработавших газов;

разделены в пространстве в разных технологических объемах, но совмещены по времени и осуществляются в разных технологических и конструктивных полостях двигателя одновременно и параллельно по времени;

- при вращении рабочих элементов двигателя создаются несколько герметично замкнутых камер расширения рабочего тела, поступательно и непрерывно увеличивающих свой объем, за счет чего осуществляется рабочий ход значительной длины, который использует до конца всю мощность избыточного давления рабочих газов, и тем самым повышает термодинамический КПД рабочего такта, открывая выпускное окно для выхлопа рабочих газов в момент, когда они имеют уже минимальное остаточное давление и минимальную избыточную температуру. Этим путем реализуется высокий термодинамический КПД двигателя, бесшумность и чистота выхлопа;

- реализована возможность сделать объем сегментов расширения рабочего тела заметно больше (в разных значениях), чем объем сегментов сжатия;

- появляется возможность количественного управления оборотами двигателя (стандартное управление дроссельной заслонкой карбюратора) при обеспечении высокого коэффициента избытка воздуха (как в двигателе с воспламенением от сжатия – дизеле);

- за счет вышеописанных особенностей появляется возможность построить простой, но высокоэффективный двигатель с предварительным

смесеобразованием в стандартном карбюраторе, без применения сложных и дорогих дополнительных устройств современного смесеобразования – форсунок впрыска топлива, бензонасосов высокого давления и устройств принудительного наддува воздуха в цилиндры;

- отсутствуют возвратно - поступательные движения и знакопеременные нагрузки в кинематической схеме, передача мощности от рабочего тела на главный вал происходит только за счет вращательных движений, осуществляемых поступательно и непрерывно;

- развивается высокий крутящий момент с постоянным плечом силы на протяжении всего рабочего цикла двигателя, мало зависящий от оборотов мотора;

- достигнута высокая простота конструкции и значительная минимизация кинематической схемы двигателя, что является залогом прочной надежности и возможной невысокой цены при высоких технико-экономических показателях и привлекательных потребительских свойствах;

Поставленная задача изобретения решается через конструктивные особенности предлагаемого устройства: **ШЕСТИТАКТНЫЙ РОТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ** содержит неподвижный полый цилиндрический корпус, состоящий из трех технологических блоков. То есть корпус разделен перегородками на три технологических объемных полости – роторных секции. В каждой из трех роторных секций расположен цилиндрический ротор с рабочими лопастями, и все роторы двигателя жестко установлены на одном валу. Также в каждой роторной секции размещены запорные барабаны, по числу рабочих лопастей роторов. Также на корпусе устроен редуктор привода в движение запорных барабанов.

Особенность изобретения – схема взаимного расположения роторных секций двигателя: двух силовых роторных секции (секции «расширения-выпуска»), с их рабочими роторами в которых устроены камеры сгорания, и компрессорной роторной секции (секции «впуска – сжатия») с ее ротором, при этом компрессорная роторная секция размещена между силовыми роторными секциями. Также имеет заметное значение для получения высокого результата мест расположения впускных, выпускных окон и перепускных каналов для рабочих газов, позволяющих производить во всех технологических сегментах двигателя несколько тактов (однородных технологических процессов) «впуска», «сжатия», «горения», «расширения» и «выпуска» согласованно и одновременно, при предельно короткой протяженности этих каналов. Все эти конструктивные элементы в едином объемно – компоновочном комплексе создают взаимно согласованные по рабочим тактам и периодически размыкаемые- замыкаемые, герметичные и одновременно уменьшающие или увеличивающие свой объем камеры (сегменты) «впуска», сжатия», «расширения» и «выпуска», в нужные моменты соединяемые с камерами сгорания.

Впервые реализована конструкция, позволяющая отдельно по местам осуществления, но одновременно по времени, реализовывать несколько параллельно осуществляемых последовательностей из 6 тактов полного рабочего цикла ДВС со сжатием и переводом в полезную работу высокой температуры газов горения Рабочей Смеси за счет включения в этот цикл водо-паровых фаз и тактов.

Техническим результатом применения таких инженерных решений является значительное упрощение кинематики и конструкции двигателя внутреннего сгорания, получение значительной величины частоты оборотов рабочего вала, как и высокого и стабильного во время всех тактов рабочего цикла крутящего момента, улучшение приемистости и повышение мощности двигателя, значительное повышение экономичности и экологической чистоты, превышение двигателем значения КПД в 50%. Данное решение так же позволяет создать ДВС не имеющий в своей конструкции ни одной детали, которая бы совершала возвратно-поступательные движения и испытывала инерционные знакопеременные нагрузки.

В исполнении с двумя силовыми роторными секциями и одной компрессорной, когда каждый из роторов снабжен двумя лопастями, а в роторах силовых роторных секций устроены по две камеры сгорания, предлагаемый двигатель совершает 4 рабочих такта за 1 оборот главного вала, тогда как 4-х тактный одноцилиндровый поршневой мотор - всего 0.25 рабочего такта за полный оборот своего коленвала, а одноцилиндровый двигатель Ванкеля – 0.75 такта полезной работы за оборот эксцентрикового вала.

Впервые в рабочий цикл ДВС удастся «встроить» высокоэффективные паровые фазы, которые будут переводить высокую температуру рабочих газов горения и температуру нагрева деталей двигателя в работу пара высокого давления.

Благодаря этим особенностям конструкции, для увеличения мощности и крутящего момента двигателю не нужно иметь высокие обороты главного вала, хотя ограничений для наращивания его оборотов в конструкции не существует и можно ожидать от опытных образцов выход на параметры оборотов близких к газовым турбинам типа авиационных двигателей – до 20 тысяч оборотов в минуту, но – в отличие от газовых турбин - при высоких параметрах крутящего момента даже на низких оборотах и при малых затратах топлива.

Способ преобразования давления рабочих газов в движение рабочего вала – простое вращательное движение, позволяет исключить потери характерные для поршневого двигателя с его кривошипно – шатунным механизмом. Крутящий момент предлагаемой конструкции заметно больше, чем у поршневого четырехцилиндрового или двигателя Ванкеля, т.к. радиус действующего плеча приложения силы к лопасти ротора легко делается в этой конструкции значительно больше плеча приложения силы в кривошипе (которое при его работе все время меняется от нуля до максимума и обратно) в поршневом двигателе или величина эксцентриситета эксцентрикового вала в роторном двигателе Ванкеля.

При этом рабочий ход совершают одновременно несколько симметрично разнесенных по диаметру ротора лопастей, которые находятся в данный момент в дугообразных секторах «расширения – выпуска».

При конструкции двигателя с двумя рабочими лопастями ротора, длина рабочего хода каждой лопасти по сравнению с традиционным поршневым мотором, который имеет близкий по площади к поверхности поршневой лопатки диаметр поршня (длина рабочего хода поршневого ДВС примерно равна диаметру поршня), будет в 6 раз больше. При такой конструкции изобретения появляется возможность превращать практически всю энергию давления горячих газов в полезную работу движения лопастей в дугообразных секторах «расширения – выпуска» с постоянным вращением ротора. При этом температура и давление газов, выпускаемых из камеры (сегмента) расширения на выхлоп, должны быть минимально избыточными.

Двигатель хорошо уравновешен - все подвижные детали двигателя совершают исключительно простые вращательные движения. В то время как у 4-х цилиндрового 4-х тактного поршневого двигателя имеется около 40 деталей с возвратно поступательными движениями, что даёт значительные вибрации таких моторов.

Двигатель компактен, имеет простую конструкцию и малое количество деталей, что дает ему возможность достичь более высоких рабочих параметров, по сравнению с существующими ныне моторами разных типов.

СВЕДЕНИЯ, ПОДТВЕРЖДАЮЩИЕ ВОЗМОЖНОСТЬ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ИЗОБРЕТЕНИЯ

Реализация назначения заявленного двигателя возможна к осуществлению через новаторские особенности его конструкции. На прилагаемых к данному разделу патентной заявки чертежах представлена конструкция двигателя с тремя роторными секциями – двумя силовыми секциями (секции «расширения-выпуска») и одной компрессорной (секция «впуска – сжатия»), которая помещена между двумя силовыми роторными секциями. При этом каждый ротор роторных секций снабжен двумя рабочими лопастями, в каждой роторной секции устроены по два запорных барабана, а в роторах силовых роторных секций сделаны по две камеры сгорания.

ШЕСТИТАКТНЫЙ РОТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ (фигура 1) содержит наружный корпус, который состоит из трех обособленных роторных секций: двух силовых секций (секций «расширения- выпуска») – (*элементы* 1-1 и 1-2) и одной компрессорной секции (секции «впуска – сжатия») - (*элемент* 2). Роторные секции разделены между собой перегородками (*элемент* 3), и по бокам ограничены торцевыми крышками (*элемент* 4). Каждая роторная секция содержит в себе рабочий ротор (*элемент* 5) и запорные барабаны (*элемент* 6). Роторы всех роторных секций расположены на одном главном валу двигателя (на чертеже не изображен), при этом роторы рабочих роторных секций содержат в

себе камеры сгорания (*элемент 7*). В корпусе - на одной из боковых крышек устроен редуктор привода в движение всех запорных барабанов (на чертеже не изображен) и запорные барабаны расположены на двух общих валах по 3 штуки.

В корпусе двигателя проделаны окна подачи рабочей смеси (*элемент 8*), окна выхлопные (*элемент 9*), для выпуска отработавших газов, а перегородках между роторными секциями сделаны окна перепуска сжатой рабочей смеси (*элемент 10*), а так же каналы - проточки для выпуска из камер сгорания рабочего тела высокого давления (*элемент 11*). В торцевых крышках устроены гнезда для свечей зажигания (*элемент 12*) и окна для впрыска воды (*элемент 13*).

Роторы представляют собой деталь цилиндрической формы, жестко соединенную с главным валом двигателя, на равных угловых расстояниях по которой устроены лопасти - выступающие сегменты (они торцами упираются во внутреннюю поверхность корпуса), которые играют роль рабочих поверхностей, это аналоги лопаток газовой турбины (или поршней поршневого мотора) и приводят ротор в движение, воспринимая на себя давление рабочих газов. Запорные барабаны представляют собой цилиндрические детали, на боковой поверхности которых сделаны выемки – полости для пропускания при их вращении рабочих лопастей ротора. Цилиндрические поверхности ротора и запорных барабанов за счет подбора диаметров и частоты вращения без трения обкатываются друг по другу, а диаметры барабанов при этом делаются кратно меньше диаметра ротора.

Геометрия внутреннего рабочего пространства двигателя, где последовательно и циклично происходят основные технологические процессы, представляет собой кольцевую полость. Она устроена так, что запорные барабаны, входящие своими боковыми цилиндрическими поверхностями в соприкосновение с внешней цилиндрической поверхностью ротора, делят эту круговую, кольцевую полость (*фигура 2*) на равные рабочие сектора (*элемент 14*), в дугообразном объеме каждого из которых могут двигаться лопасти ротора. В свою очередь при таком движении в дугообразных секторах, лопасти ротора делят каждый из этих рабочих секторов на два сегмента переменного объема – на камеры (*фигура 3*): сегмент расширения (*элемент 15*) и сегмент сжатия (*элемент 16*). В силовых роторных секциях (секциях «расширения – выпуска») рабочие сектора будут делиться на сегменты расширения и сегменты выпуска, а в компрессорной роторной секции (секции «впуска – сжатия») рабочие сектора будут делиться на сегменты впуска и сегменты сжатия.

Именно в этом едином элементарно – технологическом комплексе двигателя из дугообразных секторов «впуска - сжатия» компрессорной роторной секции, камер сгорания и дугообразных секторов «расширения – выпуска» силовых роторных секций, раздельно в пространстве и одномоментно и непрерывно во времени происходят все технологические процессы (такты) двигателя.

Когда в каждой камере сгорания искрой от электросвеч поджигается рабочая смесь, она некоторое время горит в запертых камерах, а потом - за счет перемещения камер сгорания в другую позицию при вращении роторов силовых секций - камеры сгорания соединяются с каналами перепуска рабочих газов в сегменты расширения силовых роторных секций и в эти сегменты начинают выбрасываться горячие рабочие газы высокого давления, куда уже предварительно была подана распылённая вода за счет всасывания. От этого в дугообразных полостях сегментов расширения возникает высокое давление большого количества газообразного рабочего тела. Так как оси запорных барабанов и корпус не могут двигаться друг относительно друга, то смещаться от давления газов могут лишь рабочие элементы роторов силовых секций – их лопасти, тем самым превращая это давление горячих газов горения во вращение роторов. Так происходят сразу несколько последовательных процессов «расширения - выпуска» в объемах дугообразных рабочих секторов. Одновременно с этим процессом от главного вала приводится в движение ротор компрессорной секции (секции «впуска – сжатия»), и в сегменты впуска этой роторной секции засасываются, а затем в сегментах сжатия сжимаются свежие заряды Рабочей Смеси, которые затем через каналы перепуска сжатой Рабочей Смеси попадают в камеры сгорания силовых роторных секций.

Последовательность вращательных рабочих циклов двигателя такова - на примере мотора (*фигура 1*), который имеет три роторных секции: одну компрессорную секцию (*элемент 2*) (секцию «впуска– сжатия»), и две силовые секции (секции «расширения - выпуска»): силовая секция А (*элемент 1-1*) и силовая секция В (*элемент 1-2*). Каждая роторная секция имеет двухлопастной ротор (*элемент 5*) и два запорных барабана (*элемент 6*) в каждой роторной секции, роторы силовых роторных секций имеют по две камеры сгорания (*элемент 7*), где будут происходить такты «горения»;

Исходное положение (*фигура 4*) – только что закончился такт сжатия в обоих сегментах сжатия компрессорной секции, и одновременно завершился процесс перепуска сжатой рабочей смеси в четную камеру сгорания (четную – по мере отсчета номера осуществления последовательных и циклических процессов расширения в направлении вращения роторов) роторной секции А, и в нечетную камеру сгорания роторной секции В. Далее - камеры сгорания, за счет вращения роторов силовых роторных секций, переместились так, что они отсоединяются от каналов перепуска сжатой Рабочей Смеси и камеры сгорания в этот момент оказываются в запертом состоянии. В этот момент камеры сгорания перемещаются к гнездам свечей зажигания, и они поджигают сжатую Рабочую Смесь. Рабочая Смесь начинает гореть в запертом объеме.

В это же самое время, нечетная камера сгорания (нечетная – по мере отсчета номера осуществления последовательных и циклических процессов расширения в направлении вращения роторов) силового ротора в секции А, и четная камера

сгорания силового ротора в секции В, только что завершившие рабочий ход в своих рабочих секторах.

Роторы всех секций продолжают свое вращение примерно 30 градусов углового расстояния - это время все камеры сгорания остаются плотно запертыми, и в двух из них, где горит Рабочая Смесь, продолжает нарастать давление и все больше создаётся рабочего тела. В первой части этой фазы лопасти всех роторов проходят проемы всех запорных барабанов, и кольцевое рабочее пространство всех секторов роторных секций не является герметично разделенным на обособленные камеры – технологические сегменты.

При дальнейшем вращении главного вала с роторами (*фигура 5*) происходит запираание запорными барабанами рабочих секторов всех роторных секций, и каждый из них за счет движения лопастей оказывается разделенным на два технологических сегмента - увеличивающегося и уменьшающегося объема. В этот момент в расширяющиеся сегменты расширения через специальные каналы подается мелко распыленная вода с воздухом, которая и заполняет эти сегменты. При дальнейшем движении лопастей силовых роторных секций перед собой (по направлению вращения роторов) – в сегменте выпуска, выталкивают за пределы корпуса двигателя продукты сгорания прежнего такта расширения, а в объёмах за лопастями в сегментах расширения открываются перепускные каналы, которые соединяют с этими сегментами объёмы «заряженных» камер сгорания.

В результате такого положения и в такой позиции из четной камеры сгорания силовой роторной секции А, и из нечетной камеры сгорания силовой роторной секции В, в соответствующие сегменты расширения начинают выбрасываться под большим давлением газы от сгорания Рабочей Смеси. При этом такие потоки рабочего тела высокой температуры от сгорания Рабочей Смеси – испаряют прежде впрыснутую в сегменты расширения воду. От мгновенного перехода в парообразное состояние некоторого количества воды давление в сегментах расширения значительно повышается, а температура газов и поверхностей элементов двигателя в этих секторах – значительно снижается.

В это же время, вращение ротора и запорных барабанов в компрессорной роторной секции, приводит к разделению рабочих дугообразных секторов этой секции на сегменты «впуска» и «сжатия». При этом одновременно начинаются такты «впуска» свежего заряда Рабочей Смеси – позади лопасти ротора (по направлению вращения ротора), а спереди лопасти – начинаются такты «сжатия» заряда Рабочей Смеси, впущенной в этот сектор в прежнем такте «впуска».

В процессе дальнейшего вращения главного вала двигателя со всеми тремя роторами одновременно происходит дальнейшее осуществление начавшихся в предыдущей фазе технологических процессов, в результате которых происходит 2 такта расширения одновременно в двух силовых роторных. При этом в сегментах расширения происходит увеличение силы давления рабочего тела и уменьшение его температуры – за счет перевода внутренней энергии высокой температуры рабочего тела, выпущенного из камер сгорания, в давление пара при испарении

впрыснутой в сегменты расширения воды. Одновременно с этим в сегментах уменьшающегося объема спереди лопастей роторов (по ходу их вращения) силовых роторных секций происходит выпуск отработавших газов, что были рабочими в предыдущих тактах расширения. В это же время идет одномоментное осуществление в компрессорной роторной секции тактов впуска свежего заряда Рабочей Смеси и сжатия прежде полученного её заряда (*фигура 6 и фигура 7*).

В конце хода расширения лопасти роторов силовых роторных секций достигают окон выпуска в атмосферу. В этой позиции объём сегмента расширения становится максимальным, а объём сегмента выпуска – минимальным, и при этом такт расширения переходит в такт выпуска, а предыдущий такт выпуска завершается. В этой позиции камеры сгорания соединены через каналы перепуска рабочего тела с сегментами расширения и через сами эти сегменты расширения – далее - с окнами выпуска из них в атмосферу. При этом давление в камерах сгорания становится равным атмосферному. В этой же позиции лопасти ротора компрессорной роторной секции завершают такты сжатия и впуска, при этом движение такого ротора в данный момент открывает окна перепуска сжатой Рабочей Смеси в силовые роторные секции, а именно - в их камеры сгорания, которые в данный момент уже заняли необходимую позицию за счет поворота своих роторов.

Сразу после выравнивания давления в камерах сгорания с атмосферным, камеры сгорания перемещаются с вращением роторов в позицию, когда они теряют связь с сегментами расширения силовых роторных секций, и оказываются запертыми. Далее - движущиеся камеры сгорания работают следующим образом:

- четная камера сгорания роторной секции А, и нечетная камера сгорания роторной секции В (которые прежде осуществляли такт сгорания заряда Рабочей Смеси и сильно разогрелись), уходят в «холостой пробег», с дальнейшим действием их заряжения сжатой Рабочей смесью;

- нечетная камера сгорания роторной секции А, и четная камера сгорания роторной секции В (которые прежде осуществляли «холостой пробег»), соединяются с сегментами сжатия компрессорной роторной секции, из которых в них начинает задавливаться заряд сжатой Рабочей Смеси;

После этого камеры двигаются далее, разъединяются с окнами впуска, после чего нечетная камера сгорания роторной секции А, и четная камера сгорания роторной секции В соединяются с гнездами свеч зажигания и они поджигают заряд Рабочей Смеси в этих камерах. После этого в камерах сгорания идет период, когда все камеры сгорания остаются заперты. При этом в двух – «рабочих» камерах сгорания происходит процесс горения в замкнутом объеме заряда Рабочей Смеси, а две другие камеры сгорания осуществляют «холостой пробег», приближаясь к окнам будущего перепуска сжатой Рабочей Смеси. Затем «рабочие» камеры сгорания за счет вращения роторов перемещаются к местам, где они соединяются с каналами – проточками перепуска рабочего тела высокого давления в технологические сегменты расширения рабочего тела.

Таким образом, все такты (технологические процессы) данного двигателя вновь и вновь повторяются в одном закольцованном, повторяющемся цикле, осуществляя в едином и непрерывном процессе все последовательные такты (технологические процессы) шеститактного двигателя внутреннего сгорания.

Таким образом, в двигателе данной конструктивной компоновки большую часть времени его работы происходит одновременно 2 такта расширения, 2 такта выпуска, 2 такта сжатия и 2 такта впуска.

Такт расширения в данной конструктивной компоновке двигателя продолжается значительное расстояние и занимает в приведенной на чертеже конструкции угловую величину практически в 150 градусов в каждом рабочем секторе из величины в 180 градусов всей его длины. Т.е. общий рабочий ход составляет 150 градусов из 180 градусов всей угловой протяженности движения рабочего органа в каждом из 4 дугообразных секторов, или 300 градусов за полный оборот вала, что составляет 84 % от углового расстояния полного оборота вала, и это при постоянном плече крутящего момента. (В отличие от этой величины в 25 % в 4-х тактных и 50% в 2-х тактных поршневых двигателях – и это в них происходит при всё время нестабильной величине крутящего момента). В зависимости от технических задач и геометрии конкретной компоновочно - габаритной схемы угловая величина и линейная протяженность рабочего такта может быть еще несколько увеличена.

И такое беспрерывное вращение с почти постоянным съемом мощности от расширяющихся газов рабочего тела (с крутящим моментом с постоянным плечом силы) по всему кольцу рабочего объема силовых роторных секций может продолжаться и продолжаться. Таким образом, за один оборот роторов двух силовых роторных секций и главного вала двигателя каждая рабочая лопасть будет совершать 1 рабочий такт, а совокупно 4 рабочих лопасти роторов в двух силовых секциях за один оборот вала будут совершать 4 рабочих тактов. Эта величина в 4 рабочих тактов оказывается очень большой против (если брать одно поршневую схему для традиционных ДВС) 0,25 рабочего такта у 4-х тактного мотора, и 0,5 рабочего такта у 2-х тактного одноцилиндрового поршневого мотора за один оборот рабочего вала. Именно по этой причине от данной конструкции следует ожидать многократного прироста мощности при одинаковом с традиционными поршневыми моторами объеме рабочих камер расширения. А если сделать мотор предлагаемой конструкции по примеру 2-х или 4-х цилиндровых поршневых моторов состоящим из нескольких штук блоков тройных комплексов роторных секций, то количество рабочих тактов будет нарастать в арифметической прогрессии – 8 для 2-х блочной компоновки и т.д.

Кроме того, при больших диаметрах ротора можно изготовить ротор с 4 или даже более лопастями, а корпус мотора соответственно – с 4 или большим числом запорных барабанов. Эти типы двигателей будут иметь еще большую мощность, так как двигатель с 4 рабочими лопатками на роторе одной силовой роторной секции будет давать в двух силовых секциях 16 рабочих такта за один оборот вала.

При этом особенность устройства двигателя, в котором такты (технологические процессы) сжатия рабочей смеси и расширения рабочего тела разнесены в разные технологические полости, дает возможность легко сделать такты расширения и сжатия разными по длине хода и различными по технологическому объёму для тонкой настройки параметров работы мотора, что практически не возможно осуществить в традиционных поршневых ДВС. Предлагаемая компоновка так же позволяет осуществлять регулирование параметров такта сжатия, что дает возможность управлять мощностно – динамическими свойствами двигателя и минимизирует сложность конструкции, и снимает высокие требования к качеству топлива.

Кроме всасывания рабочей горючей смеси через карбюратор в сектор «впуска – сжатия», возможно заполнение этого сектора только чистым воздухом с его последующим сильным сжатием в технологическом сегменте сжатия, с дальнейшим осуществлением работы двигателя по типу дизеля – с впрыском топлива непосредственно в объем камеры сгорания, которая уже заполнена сильно сжатым и разогретым от этого воздухом.

Главная особенность изобретения – взаимное расположение роторных секций разного назначения и согласованные вращательные движения рабочих лопастей роторов силовых роторных секций в их полостях, лопастей ротора компрессорной секций в его полости, сложных поверхностей запорных барабанов (каждый расположенный в своём гнезде), полостей камер сгорания в роторах силовых роторных секций, а так же расположение впускных, перепускных и выпускных окон, что в комплексе совместной работы создает возможность согласованного осуществления одномоментно многих технологических процессов – тактов «впуска Рабочей Смеси», «сжатия», «горения», «подачи воды», «расширения» и «выпуска». Именно применением этой конструкции достигается возможность организовать полный рабочий цикл из 6-ти тактов по вращательно – кольцевому принципу за один оборот главного вала, для указанного на прилагаемом чертеже варианта компоновки конструкции данного двигателя с двумя силовыми роторными секциями, одной компрессорной роторной секцией, двумя лопастями всех роторов, и таким же количеством запорных барабанов в каждой роторной секции, и четырьмя камерами сгорания в двух роторах силовых роторных секций.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. ШЕСТИТАКТНЫЙ РОТОРНЫЙ ДВИГАТЕЛЬ И СПОСОБ ЕГО РАБОТЫ, содержащий в корпусе несколько полых роторных секций двух типов технологического назначения: компрессорную роторную и силовую роторную секции, в каждой из которых расположены имеющие возможность вращаться цилиндрические роторы, оснащенные лопастями и установленные на одном валу, имеющий по окружности внутренней поверхности корпуса симметрично размещенные цилиндрические полые гнезда, где установлены могущие вращаться запорные барабаны, в котором объёмное взаиморасположение наружной цилиндрической поверхности ротора и кольцевой внутренней поверхности корпуса, а так же поверхностей лопастей ротора и поверхностей запорных барабанов, образует рабочие камеры – сегменты «расширения» и сегменты «сжатия», могущие изменять свой объём, и имеющий через шестеренчатые передачи привод от главного вала на валы запорных барабанов, при этом каждая роторная секция оснащена окнами для газообмена,

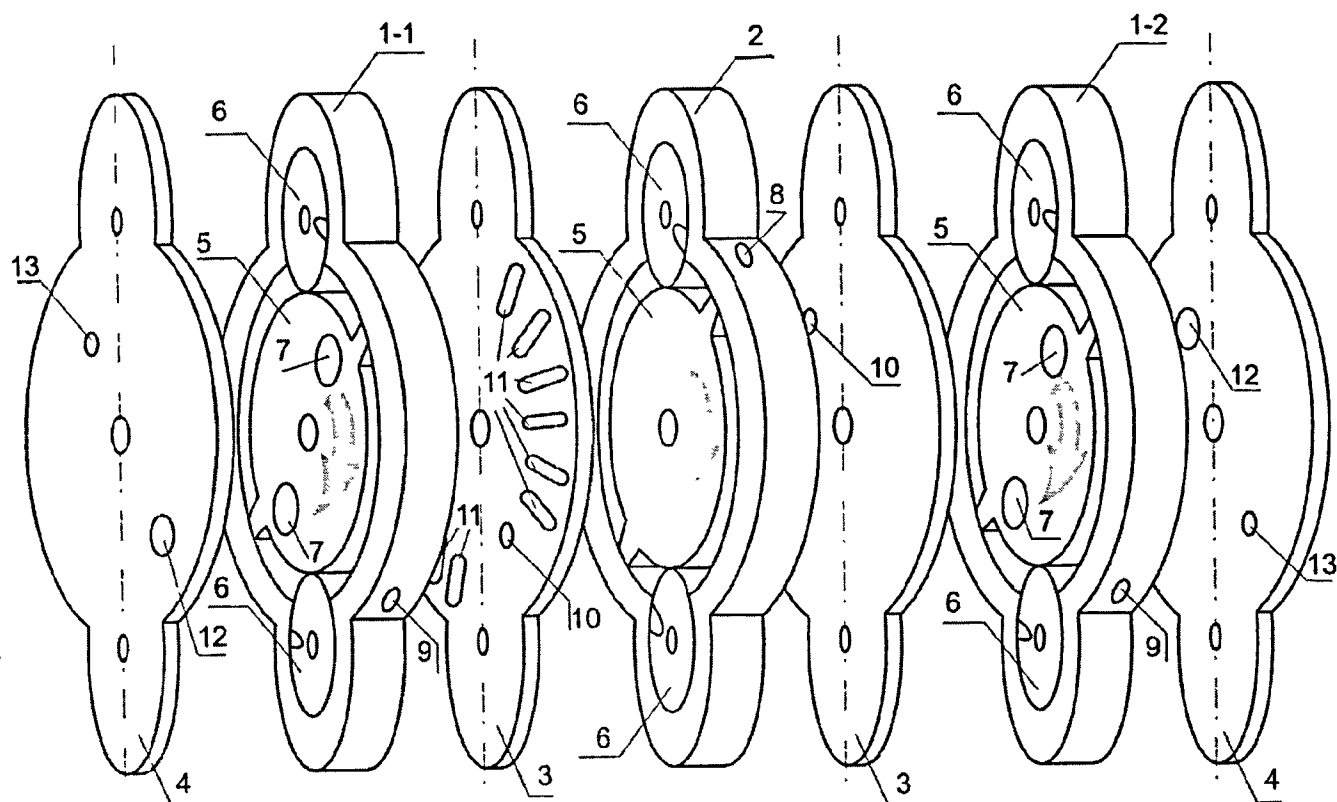
отличающийся тем, что в корпусе двигателя на одну компрессорную роторную секцию, приходится две силовых роторных секции, и компрессорная роторная секция размещена между двумя силовыми роторными секциями так, что к каждой из двух торцевых поверхностей компрессорной секции примыкает одна торцевая поверхность каждой из двух силовых роторных секций, при этом в имеющих возможность вращаться роторах силовых роторных секций устроены камеры сгорания;

2. Двигатель по п.1 отличающийся тем, что роторы и их запорные барабаны, плотно соприкасающиеся между собой цилиндрическими поверхностями, имеют возможность вращаться согласовано в противоположных направлениях таким образом, что их цилиндрические поверхности могут двигаться с одинаковой линейной скоростью, то есть эти поверхности при своей возможности движения контактируют между собой в режиме обкатывания без проскальзывания и трения друг относительно друга, при этом запорные барабаны по диаметру имеют размер по отношению к диаметру цилиндрической поверхности роторов - во столько раз меньший, во сколько раз количество пропускных проемов в запорных барабанах меньше количества лопастей на роторе (к примеру: в 2 или в 3 раза);

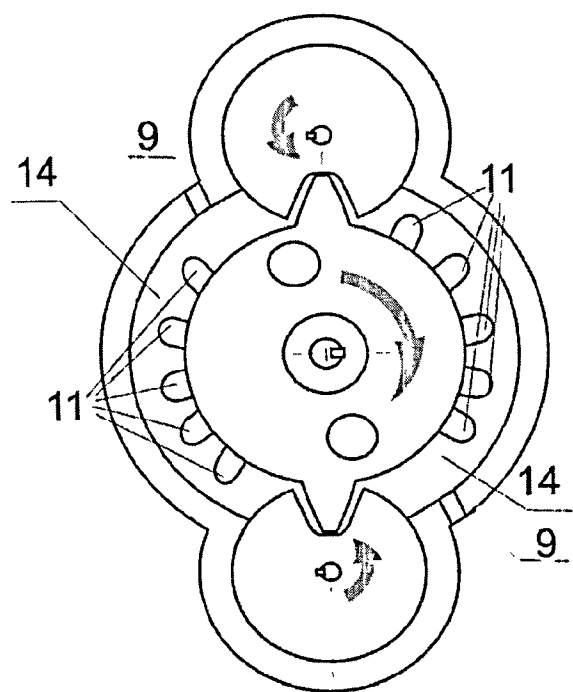
3. Способ работы шеститактного роторного двигателя, состоящий из одновременного по времени и последовательного по технологическим фазам осуществления этапов цикла из повторяющихся очередностей следующих тактов: такта «впуска» и такта «сжатия», происходящих в компрессорной роторной секции; такта «расширения» и такта «выпуска», происходящих в силовой роторной секции,

отличающийся тем, что из традиционного такта «горение-расширение» выделен и обособлен в отдельный такт технологический процесс «образование рабочего тела высокого давления», который предшествует по времени такту «расширение» и происходит в отдельной от сегмента расширения камере сгорания;

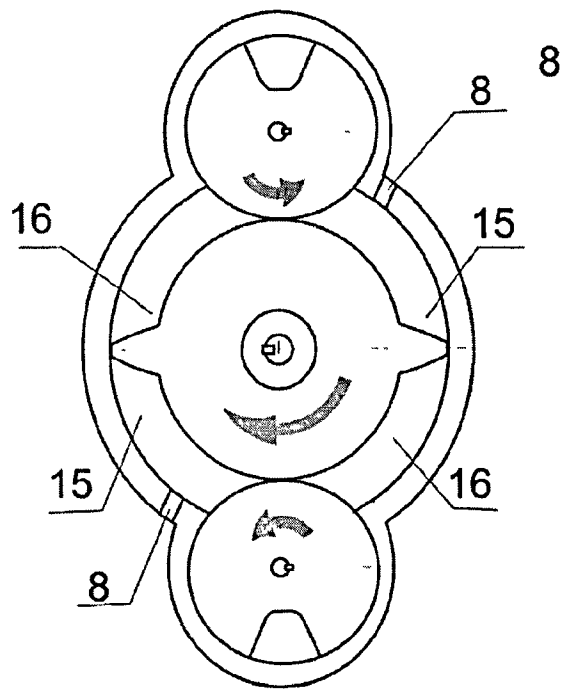
4. Способ по п.3 отличающийся тем, что в сегментах расширения происходит увеличение количества и давления рабочего тела, как и уменьшение его температуры за счет перехода в пар специально подаваемой в эти сегменты воды.



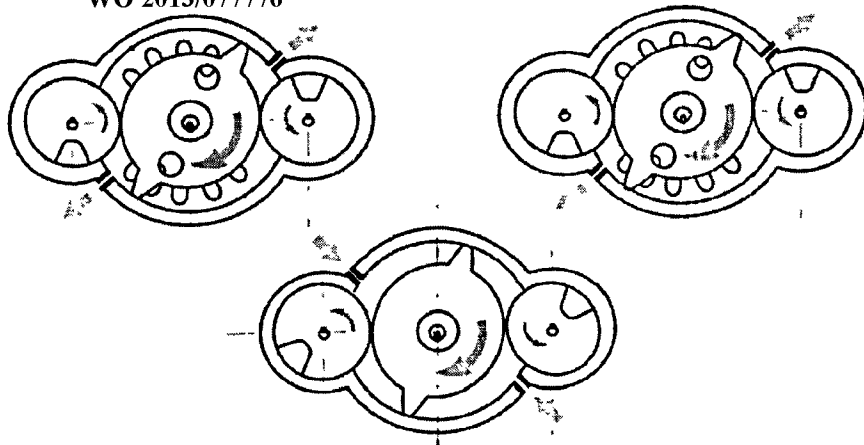
ФИГУРА 1



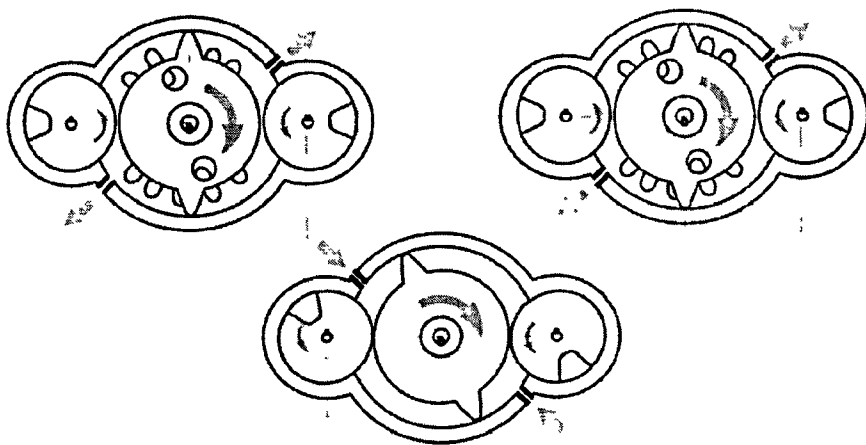
**силовая секция
ФИГУРА 2**



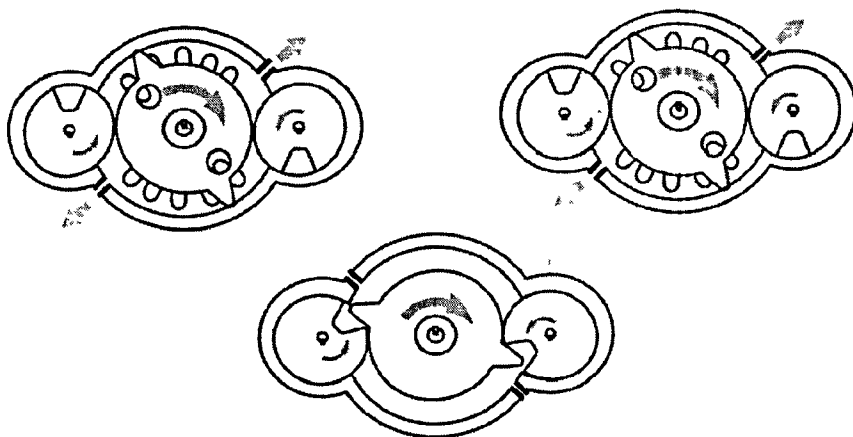
**компрессорная секция
ФИГУРА 3**



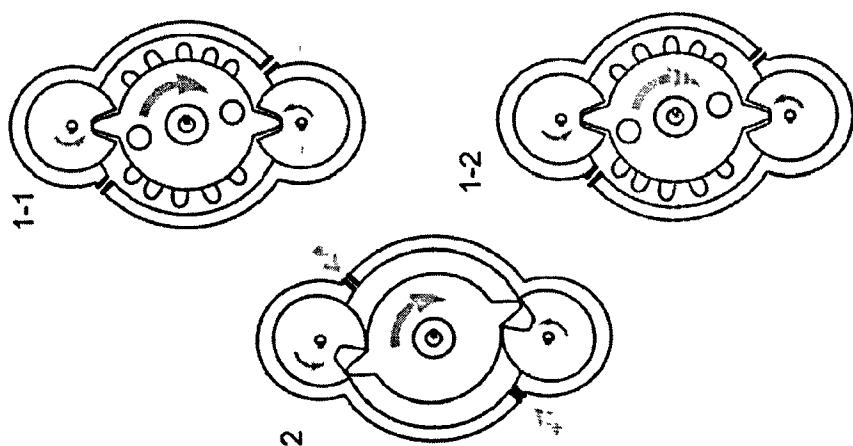
ФИГУРА 7



ФИГУРА 6



ФИГУРА 5



ФИГУРА 4